Isaac Asimov

El Cometa Halley

Título original inglés, Asimov's Guide to Halley's Comet
Traducción, Antonio - Prometeo Moya Valls

Quisiera agradecer a Sandra Kitt su colaboración en materia de investigación gráfica y a Thomas A. Lesser, Allen Seltzer y Larry Brown la ayuda que les prestaron en esa tarea.

Para Richard Winslow,
Que insistió en que escribiera este libro.



Grabado del siglo XVII que sugiere que los antiguos veían a menudo los cometas como símbolos de espadas gigantescas

1. EL MIEDO A LOS COMETAS

Los cometas se han parecido siempre a las personas asustadas.

En primer lugar, no parecen seguir las normas. Los demás cuerpos celestes -las estrellas, el Sol, la Luna, los planetas- se mueven de una manera regular y ordenada.

Las estrellas son particularmente puntuales, ya que todas dan vueltas en el cielo con un movimiento uniforme y regular que no cambia. Y mientras se mueven, la posición relativa que tienen entre sí tampoco varia.

El Sol y la Luna no son tan uniformes. A medida que discurre el año, la altura que alcanza el Sol al mediodía es mayor o menor, y la Luna cambia de forma noche a noche. Los planetas cambian de velocidad y hasta de dirección a medida que pasa el tiempo. Estos cambios, sin embargo, son constantes. Pueden calcularse y se puede predecir la posición que tendrán en el futuro estos cuerpos celestes.



Portadilla de un opúsculo alemán en que se ve a dos astrónomos antiguos observando el cometa de 1596

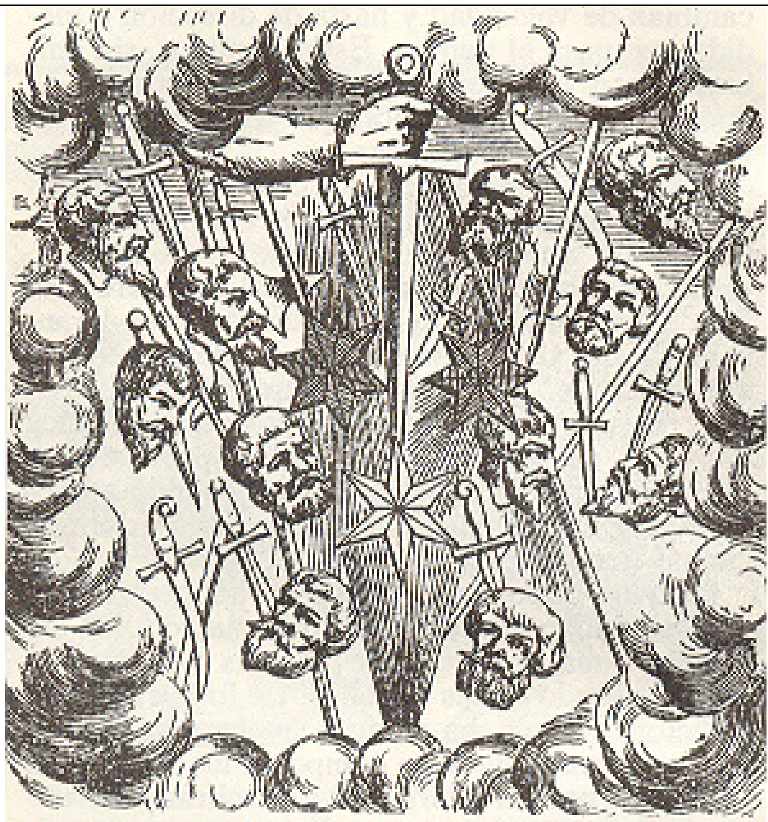
No ocurre lo mismo con los cometas. Un cometa oscuro aparece en el cielo sin avisar. Durante un tiempo irá aumentando su brillo gradualmente, luego irá oscureciéndose y al final desaparecerá. Puede ocurrir que no aparezca otro cometa durante cincuenta años o más, o bien puede aparecer al año siguiente. Los antiguos astrónomos, que sabían calcular el movimiento de los demás objetos del cielo, se sentían impotentes respecto de los cometas. Eran incapaces de decir cuándo aparecería uno, en qué parte del cielo lo haría y durante cuánto tiempo sería visible.

Esto era importante porque los antiguos creían que se podía predecir el futuro por la posición del Sol, la Luna y los demás planetas respecto del telón de fondo de las estrellas. La forma de estas posiciones cambiaba noche a noche y de año en año, y se creía que esto componía un código que los sabios podían interpretar y descifrar para aviso de los seres humanos. (Esta creencia, totalmente falsa por cierto, se llamó «astrología» y todavía influye en muchas personas supersticiosas.)

Los cometas, puesto que aparecían de la manera más inesperada, se interpretaban como advertencia de que iba a ocurrir algo desacostumbrado. Para la mayoría, «algo desacostumbrado» equivale a desastre, de modo que la vista de un cometa provocaba espanto.

A esto contribuía la forma de los cometas. El Sol es un disco resplandeciente. La Luna tiene varias formas, pero la mitad como mínimo de su perímetro es siempre un semicírculo. Los demás cuerpos son puntos luminosos. Un cometa, sin embargo, es un disco luminoso de niebla que por un lado se prolonga en una tenue y ligera curva de bruma, semejante a una cola larga o a una cabellera que ondease al viento. «Pelu-

do» o «cabelludo» se dice en griego *kométes*, y de aquí, a través del latín, es de donde procede nuestra palabra «cometa».



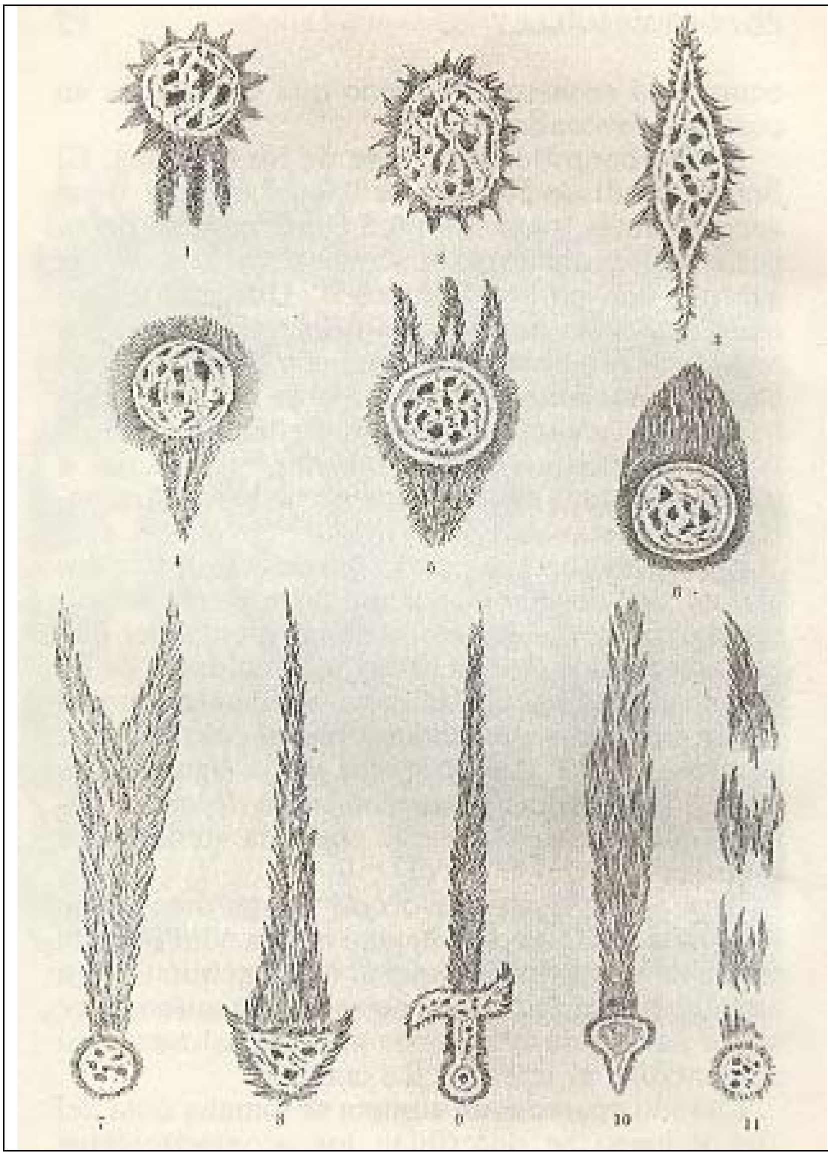
El temible cometa de 1528 visto por un médico francés.

En la Antigüedad, una forma de manifestar dolor por una desgracia era que las mujeres se soltasen el pelo: de este modo daban a entender que estaban demasiado apenadas para cuidarse de él. Entonces era fácil identificar a un cometa con una mujer gritando y quejándose, con el pelo ondeando al viento. ¿Y qué otra cosa podía significar su aparición, sino que se avecinaba un *desastre*, palabra que etimológicamente significa «tener mala estrella»?

Una vez que se creyó que los cometas eran signos de desastre, se imaginó que la cola tenía la forma de una espada y que el disco neblinoso era una cabeza cortada. Los autores

competían entre sí por dar las descripciones más fantasiosas y así aumentaban el miedo a los cometas.

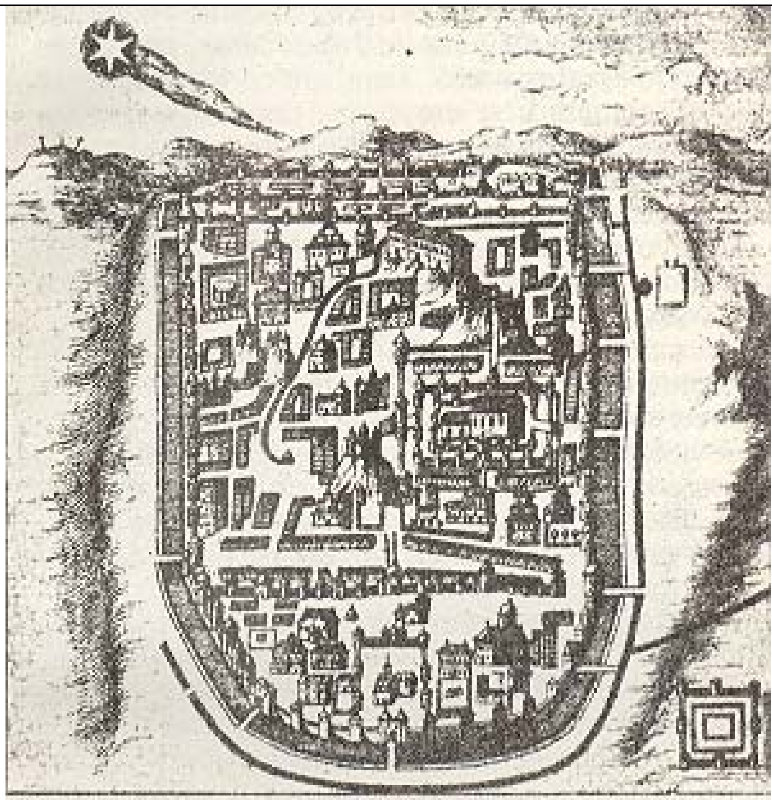
Cuando aparecía un cometa se tomaba nota del año y luego se describían los acontecimientos terribles que ocurrían poco después. Esto se consideraba una «prueba» de que los cometas anunciaban catástrofes. Como es lógico, había acontecimientos terribles todos los años, apareciesen cometas o no, de manera que allí no había pruebas de nada.



Típico hombre de la antigüedad, el romano Plinio el Viejo describió los cometas como armas sobrenaturales: piedras, discos, espadas y puñales. El presente grabado lo hizo Hevelius, astrónomo alemán del siglo XVII

Por ejemplo, en 44 a. de C. se detectó la presencia de un cometa y esto se relacionó posteriormente con el asesinato

de Julio César, que había ocurrido el mismo año. También en 11 a. de C. se vio un cometa y se creyó que tenía algo que ver con la muerte de Marco Agripa, un general romano favorito del emperador Augusto, acaecida un año antes. Otro cometa que se vio en 837 d. de C. se creyó que había anunciado la muerte del emperador Luis *el Piadoso*, acontecida tres años después.



El cometa Halley recorre el cielo de Jerusalén en 66 d. de C., según una profecía que auguraba la toma de la ciudad por los romanos, hecho que aconteció efectivamente cuatro años después.

No siempre anunciaban la muerte de grandes dirigentes. A veces se relacionaban con la guerra. De un cometa visto en 66 d. de C. se dijo después que había anunciado la toma de Jerusalén por los romanos en 70. Otro cometa, en 1066, se creyó que estaba en relación con la conquista de Inglaterra por Guillermo el *Conquistador*, acaecida poco después, en aquel mismo año. Y otro, visto en 1456, se consideró una crítica celestial a la caída de Constantinopla ante los turcos (1453).

Como se puede suponer, cualquier cometa visto en cualquier época puede considerarse signo de catástrofe con sólo consultar en los libros de historia lo ocurrido unos años antes y después. Tampoco parecía advertirse que los cometas podían significar lo mismo cosas buenas que cosas malas. La conquista de Inglaterra fue un buen acontecimiento para los normandos y la caída de Constantinopla fue otro tanto para los turcos.

En los siglos anteriores a la invención del telescopio se registró la aparición de unos 900 cometas, fueron extrañamente abundantes entre 1400 y 1600. En estos dos siglos se detectó aproximadamente una veintena de cometas muy brillantes y, como era de esperar, fue una época particularmente turbulenta. Los turcos se apoderaron de todo el sureste de Europa y en cierto momento llegaron a penetrar hasta Viena, a la que pusieron sitio. La reforma protestante partió en dos la cristiandad y se dio comienzo a un círculo vicioso de «guerras de religión». Todos aquellos cometas tuvieron que parecer muy sintomáticos a los habitantes de la Europa occidental.

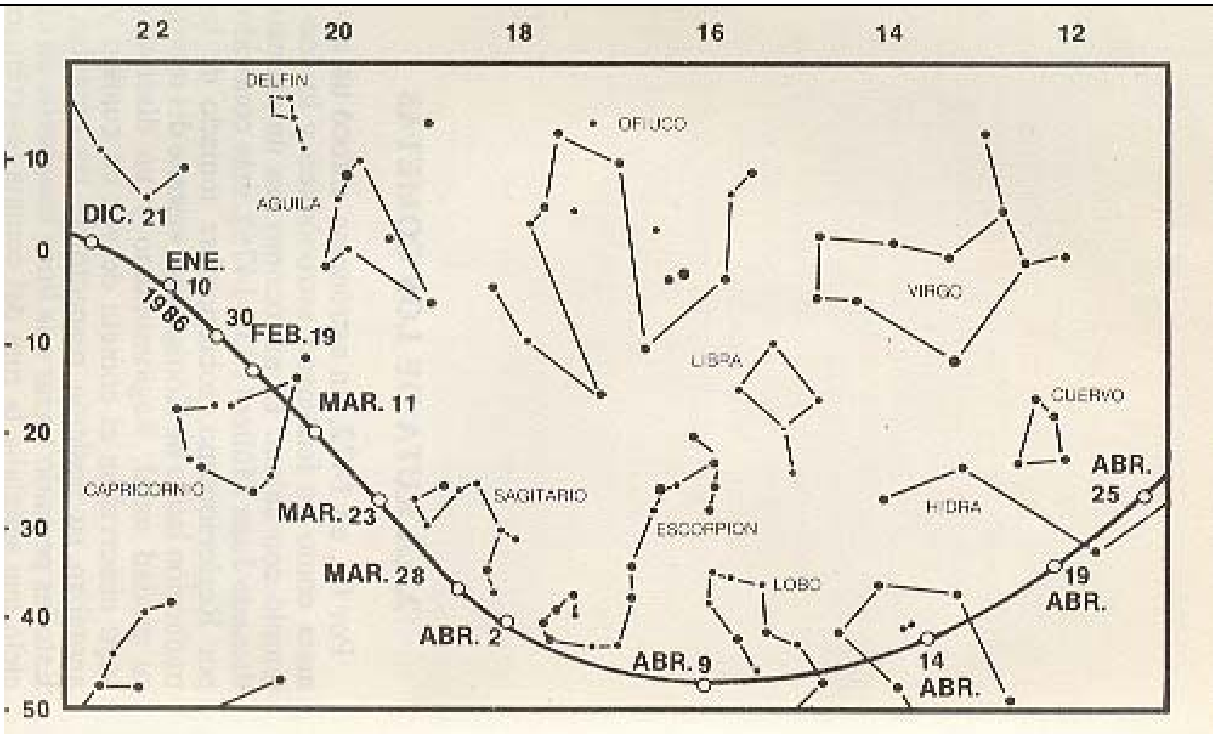
Había, como es lógico, una minoría que luchaba contra aquel miedo a los cometas, argumentando que nada tenían que ver con los sucesos de la Tierra, y que no eran más que fenómenos naturales. Estas opiniones no tuvieron la menor influencia, sin embargo cada vez que aparecía un nuevo cometa levantaba oleadas de libros que contaban los horrores que ellos predecían; estas opiniones se aceptaban tanto más cuanto que eran novelescas y morbosas.

A consecuencia de ello ningún europeo se dedicó a observar los cometas científicamente durante la Antigüedad y

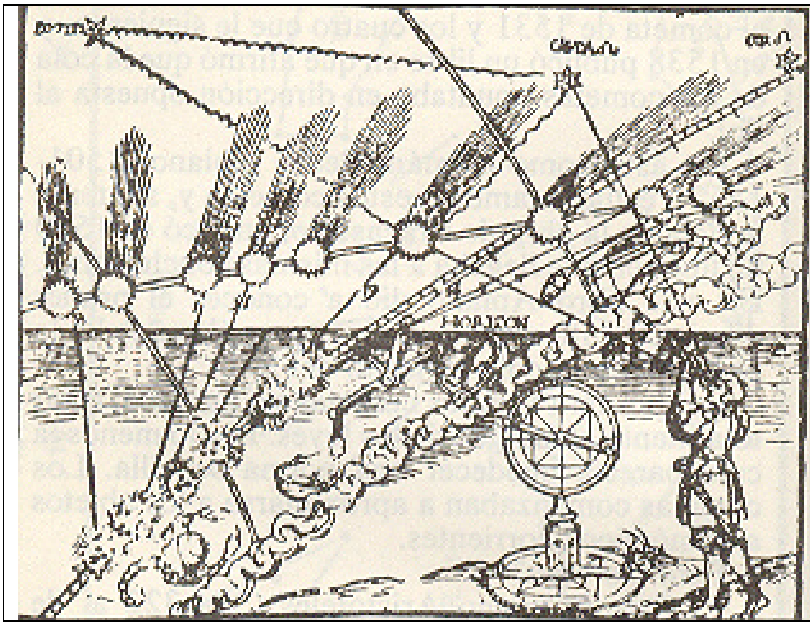
la Edad Media. La única reacción que suscitaban era de horror y expectativa de algún desastre.

2. LA RUTA DE LOS COMETAS

Por fin, en 1472, un astrónomo enfocó un cometa como un fenómeno astronómico y lo contempló con calma. El astrónomo era un alemán llamado Juan Müller (1436-1476), más conocido por Regiomontano, sobrenombre tomado de la traducción latina de Kanigsberg («monte del rey»), su ciudad natal. Regiomontano y un discípulo suyo observaban el cometa de vez en cuando y anotaban su posición respecto de las estrellas. Esto les permitió trazar una línea imaginaria en el cielo que señalaba la ruta del cometa (es curioso que a nadie se le ocurriese hacerlo antes).

<table>
<tr><td></td><td>ASCENSIÓN RECTA</td></tr>
<tr><td>DECLINACIÓN</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ruta del cometa Halley en 1985-86 por entre las constelaciones, tal como podrá verla el observador que se sitúe de cara al sur. Los observadores situados al norte de Nueva Cork, Chicago y San Francisco no podrán verlo por debajo de -40° de declinación.</td></tr>
</table>

Cuando apareció otro cometa en 1531 (hubo otros dos en 1532, y otros tres más tarde, en 1533, 1538 Y 1539 respectivamente), había ya astrónomos que se permitieron el lujo científico de observarlos con imparcialidad. Uno era italiano, Jerónimo Fracastoro (1483-1553). Observó el cometa de 1531 y los cuatro que le siguieron, y en 1538 publicó un libro en que afirmó que la cola de los cometas apuntaba en dirección opuesta al Sol.



El astrónomo alemán Pedro Apiano, que observó las diversas posiciones del cometa de 1531, fue el primero en publicar un dibujo científico de la cola del cometa apuntando siempre en dirección contraria al Sol.

Un astrónomo alemán, Pedro Apiano (1501-1552), estudió también estos cometas y, sin tener noticia de la obra de Fracastoro, publicó en 1540 un libro en que llegaba a las mismas conclusiones. En este libro Apiano dio a conocer el primer dibujo científico de un cometa y en él señalaba la posición de la cola respecto del Sol.

Por primera vez, los cometas no parecían estar totalmente al margen de las leyes. Por lo menos la cola parecía obedecer una norma sencilla. Los cometas comenzaban a aproximarse a los objetos astronómicos corrientes.

Pero ¿lo eran?

El filósofo griego Aristóteles (384-322 a. de C.) no había pensado lo mismo. Creía que todos los cuerpos celestes se movían alrededor de la Tierra según una trayectoria constante y predecible. Puesto que los cometas eran impredecibles, apareciendo y desapareciendo de la manera más inesperada, supuso que no podían contarse entre los cuerpos celestes. Por ello pensó que tenían que ser masas que ardían lentamente en la atmósfera superior; que se encendían de vez en cuando, ardían durante unas semanas o unos meses y luego, poco a poco, se extinguían.

Como según este punto de vista los cometas formaban parte de la atmósfera, tenían que estar más cerca de la Tierra que los cuerpos celestes que se encuentran fuera de la atmósfera. Tenían que estar más cerca de la Tierra incluso que la Luna, que los griegos suponían (correctamente) más próxima a nosotros que los demás cuerpos celestes.

Era tal el prestigio de Aristóteles y el rigor de su pensamiento que sus opiniones seguían aceptándose dos mil años después de su muerte.

Hasta que en 1577 apareció otro cometa y lo observó un astrónomo danés, Tycho Brahe (1546-1601), que pensó que podía determinar la distancia a que se encontraba el cometa.

La distancia de los objetos que se encuentran en el cielo se puede calcular por el principio de que los objetos cercanos parecen cambiar de posición respecto de un fondo lejano cuando se les observa desde sitios distintos. Así, si ponemos un dedo ante la cara y cerramos un ojo, vemos el dedo en determinada posición respecto de los objetos situados al fondo. Si mantenemos el dedo inmóvil y cerramos el otro ojo (y no nos olvidamos de abrir el anterior), nos dará la sensación

de que el dedo se ha desplazado respecto de los objetos del fondo.

Cuanto más alejemos el dedo del ojo, menor será la distancia abarcada por este movimiento aparente. Por la diferencia entre ambas posiciones relativas (que en astronomía se llama «paralaje») podremos pues calcular la distancia.

Así, si observamos la Luna desde sitios distintos (por ejemplo, Roma y Londres), parecerá que cambia de posición respecto de las estrellas, que están mucho más lejos. Averiguando la distancia entre los puntos de observación se podrá utilizar la paralaje de la Luna para calcular la distancia a que se encuentra.

Esto es lo que Tycho (a quien suele llamarse por su nombre de pila) quiso hacer con el cometa de 1577. Anotó su posición respecto de las estrellas noche tras noche y comparó sus datos con las posiciones registradas por astrónomos de otros lugares. Tycho no vio ninguna paralaje apreciable. Ello significaba que el cometa tenía que estar a una distancia equivalente, como mínimo, a cuatro veces la de la Luna. De estar más cerca, habría habido una paralaje lo bastante apreciable para consignarse.

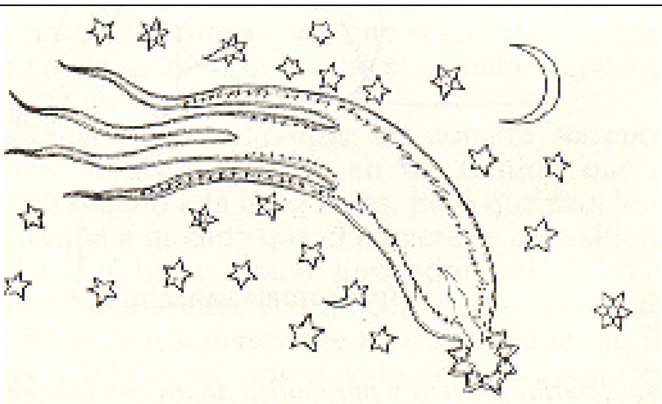
Tras aquello no hubo ya duda de que los cometas eran cuerpos astronómico s, igual que los planetas.

Mientras tanto, en 1543, un astrónomo polaco, Nicolás Copérnico (1473-1543), había publicado un libro en que decía que el Sol y los planetas no orbitaban alrededor de la Tierra como Aristóteles y otros filósofos griegos habían creído. Por el contrario, según Copérnico, era más fácil entender el movimiento de los planetas en el cielo si se consideraba que orbitaban alrededor del Sol. La Tierra era un planeta más y

también ella, con su inseparable Luna, orbitaba alrededor del Sol. A partir de entonces pudimos hablar de «sistema» solar.

En 1609, un astrónomo alemán, Juan Kepler (1571-1630), que había sido ayudante de Tycho durante los últimos años de la vida de éste, expuso que los planetas, incluida la Tierra, daban vueltas alrededor del Sol según órbitas que dibujaban sendas elipses, uno de cuyos focos era el Sol. (Una elipse es una especie de circunferencia aplastada. y cuenta con dos focos, uno a cada lado del centro. Cuanto más aplastada es la elipse, se dice que es más «excéntrica»; es decir, los focos están más separados y por tanto más próximos a los extremos de la elipse más distantes entre sí.)

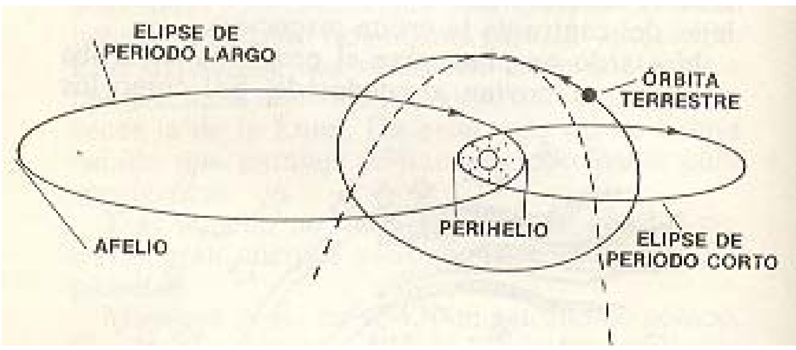
Las órbitas planetarias no son muy excéntricas, de modo que los focos no están muy alejados del centro, lo que significa que el Sol no está muy lejos del centro de la órbita respectiva.



El Gran Cometa de 1577. Su observación permitió a Tycho Brahe determinar científicamente que los cometas son cuerpos astronómicos y no presagios sobrenaturales.

No tardó en plantearse el problema de si los cometas se movían alrededor del Sol como los planetas y, si era así, qué clase de órbita seguían. Aun basándose en observaciones ocasionales, parecía estar claro que la órbita de un cometa no tenía mucho en común con la órbita de un planeta.

Kepler había observado un cometa en 1607 y se le antojó que se movía en línea recta. Sugirió que los cometas venían de una distancia muy grande, recorrían el sistema solar y volvían a irse por donde habían venido. Daba la sensación de que, una vez que estaban lo bastante cerca para verse, aumentaban en brillo hasta que nos alcanzaban, y que luego iban oscureciéndose, hasta que al final desaparecían, cuando la distancia impedía seguir observándolos.



Trayectorias elíptica y parabólica de los cometas cuando giran alrededor del Sol. Un cometa que tenga trayectoria elíptica volverá periódicamente; el que tenga trayectoria parabólica se internará en el espacio exterior y no volverá a verse. (En el dibujo, la órbita de la Tierra aparece mucho más elíptica de lo que es en realidad.)

No obstante, en 1609, el mismo año en que Kepler elaboraba su esquema de órbitas elípticas, el científico italiano Galileo Galilei (1564-1642), a quien también se le suele llamar sólo por el nombre de pila, construyó un telescopio sencillo y lo dirigió al cielo. Por fin los seres humanos podían ver cosas en el cielo con mayor claridad, con mayor luz y con mayor detalle que a simple vista.

No tardaron todos los astrónomos europeos en tener un telescopio para uso propio; el cometa que apareció en 1618 fue el primero en ser visto por medio de un telescopio. El

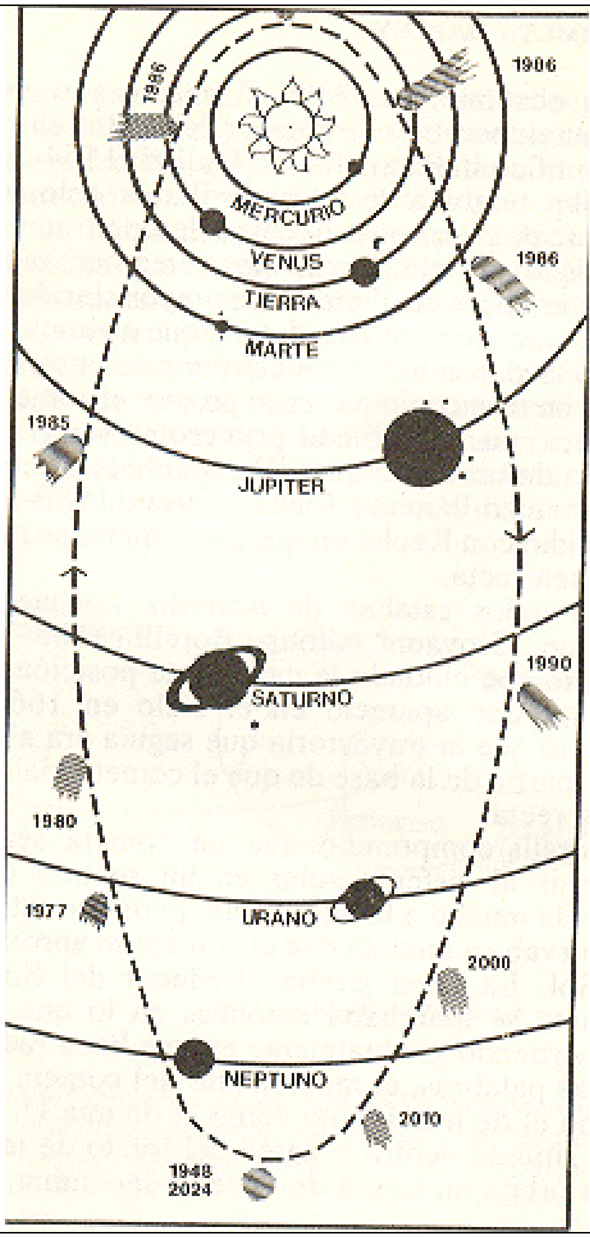
observador, un astrónomo suizo llamado Johann Cysat (1586-1657), coincidió con Kepler en que los cometas se movían en línea recta.

No todos estaban de acuerdo. Un científico italiano, Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), estudió con cuidado la cambiante posición de un cometa que apareció en el cielo en 1665. Le pareció que la trayectoria que seguía era absurda si se partía de la base de que el cometa viajaba en línea recta.

Borelli comprendió que un cometa se podía acercar al sistema solar en un sentido que se parecía mucho a la línea recta, pero que esta línea se curvaba a medida que el cometa se aproximaba al Sol. La línea giraba alrededor del Sol y el cometa se marchaba entonces en lo que se iba convirtiendo gradualmente en una línea recta. En pocas palabras, el movimiento del cometa no era como el de una I, sino como el de una U, con el Sol situado dentro y cerca del fondo de la U. A esta órbita en forma de U se le denomina «parábola».

En todas las ocasiones, fuese su itinerario una I o una U, el cometa recorría el sistema solar una sola vez, procedente de una distancia infinita, tras lo que se alejaba a una distancia infinita.

La idea de «distancia infinita» era incómoda, sin embargo. Algunos científicos pensaron que a lo mejor los cometas seguían órbitas que eran elipses muy planas y alargadas. En tal caso, el otro extremo de la elipse estaría tan lejos que el cometa se mantendría invisible en esta parte de la órbita durante muchos años. Y sólo sería visible cuando se acercase al extremo de la elipse más cercano al Sol. Dicho extremo cercano tendría forma de U, ya que el extremo de una elipse muy alargada se parece mucho formalmente a una parábola.



Órbita del cometa Halley entre 1948 y 2024, en que volverá a estar a 5.230 millones de km del Sol. Las cámaras electrónicas acopladas al telescopio de 5 m de Monte Palomar, California, fueron las primeras en localizarlo, el 20 de octubre de 1982, mientras seguía normalmente su trayecto de vuelta. Tras girar alrededor del Sol se acercará a 63 millones de kilómetros de la Tierra, camino de su afelio.

La diferencia entre una verdadera parábola y una elipse muy alargada estriba en que un cometa que siguiera una órbita parabólica no volvería nunca, mientras que aquel que siguiera una órbita elíptica acabaría por reaparecer aunque tardase en hacerlo los años que fueran. El primero en sugerir que los cometas podían volver periódicamente porque se movían según órbitas elípticas muy alargadas fue el científico alemán Otto von Guericke (1602-1686).

La sugerencia era interesante, pero al principio pareció inútil. Según todos los indicios no había forma de calcular la órbita de un cometa para *predecir* cuándo iba a volver. Mientras los movimientos cometarios no fuesen tan predecibles como los planetarios, no se aceptaría a los cometas como verdaderos miembros del sistema solar.

En 1687, un año después de morir Guericke, el científico inglés Isaac Newton (1642-1727) publicó un libro en que fundó la ley de la gravitación universal. Por primera vez supieron los astrónomos las leyes que definían con gran precisión el itinerario que los cuerpos astronómicos debían seguir en las proximidades de otros cuerpos.

Según las leyes de Newton, un cometa podía viajar alrededor del Sol con una órbita elíptica muy alargada o con una órbita parabólica. Y se puede apreciar la diferencia entre una y otra calculando la distancia a que está un cometa del Sol, y averiguando su velocidad a dicha distancia. Si el movimiento es bastante lento, la órbita debe ser una elipse y no una parábola, en cuyo caso el cometa *debe* volver algún día.

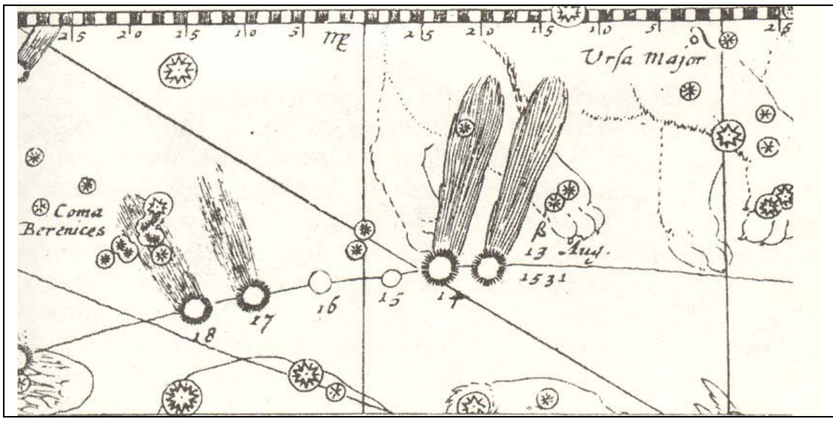
El astrónomo inglés Edmund Halley (1656-1742) era buen amigo de Newton. En 1682 observó la presencia de un cometa brillante en el cielo y se puso a calcular su órbita. No era empresa fácil y de hecho Halley trabajó en ello durante muchos años.

Para que sus resultados fuesen de lo más exacto recogió todos los datos cometarios que encontró y estudió la cambiante posición estelar de dos docenas de cometas de que ya habían dado cuenta anteriores astrónomos. Gracias a ello, no pudo por menos de advertir que el cometa de 1607, que Kepler había observado escrupulosamente, había recorrido el mismo segmento estelar que el cometa de 1682, estudiado por Halley. En realidad, el cometa de 1531, que

por Halley. En realidad, el cometa de 1531, que habían observado Fracastoro Y Apiano, había recorrido *también* aquella parte del cielo, al igual que el cometa de 1456, estudiado por Regiomontano.

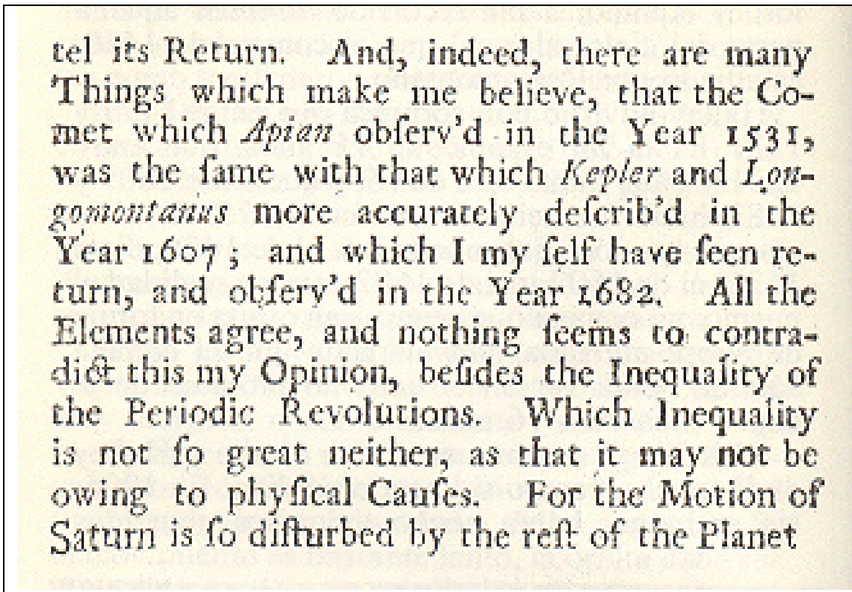
Halley advirtió con sorpresa que entre 1456 y 1531 había un espacio de 75 años; que entre 1531 y 1607 había otro de 76, y que entre 1607 y 1682 había un tercero, en fin, de 75. Y se le ocurrió que los cuatro cometas, el de 1456, el de 1531, el de 1607 y el de 1682 eran en realidad el mismo: un cometa que seguía una órbita en forma de elipse alargada, tan alargada que el cometa sólo se podía ver en el extremo próximo de la elipse cada 75 o 76 años.

El hallazgo era una auténtica osadía y Halley dudó mucho tiempo si hacerlo público. En 1705, sin embargo, había hecho todos los aburridos cálculos necesarios y había acabado por convencerse de que era así. Publicó una carta de órbitas cometarias distintas y afirmó su convicción de que el cometa de 1682 volvería en 1758.



El cometa Halley pasó por debajo de la Osa Mayor en 1531.

En cierto modo fue una afirmación que tenía su pequeño truco, ya que habría tenido que vivir 102 años para comprobar personalmente si su predicción era verdadera o no. Como es lógico, murió antes, en 1742, dos meses después de su octogésimo quinto cumpleaños.

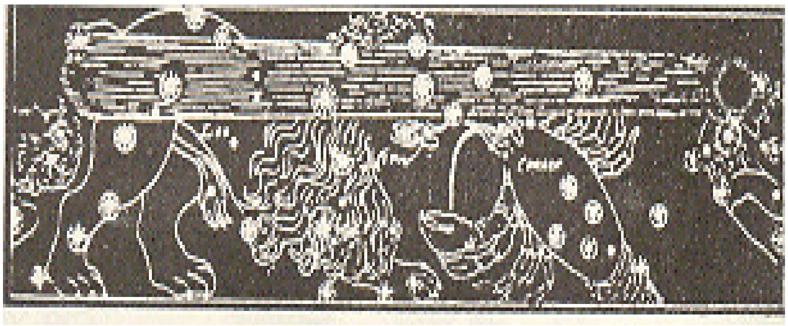


tel its Return. And, indeed, there are many Things which make me believe, that the Comet which *Apian* obſerv'd in the Year 1531, was the ſame with that which *Kepler* and *Longomontanus* more accurately deſcrib'd in the Year 1607; and which I my ſelf have ſeen return, and obſerv'd in the Year 1682. All the Elements agree, and nothing ſeems to contradict this my Opinion, beſides the Inequality of the Periodic Revolutions. Which Inequality is not ſo great neither, as that it may not be owing to phyſical Cauſes. For the Motion of Saturn is ſo diſturbed by the reſt of the Planet

Pasaje de la primera predicción publicada por Halley, en la que afirmaba que los cometas de 1531, 1607 y 1682 eran el mismo. El texto dice:«... su regreso. Y, a decir verdad, hay muchas cosas que me inclinan a pensar que el cometa que Apiano observó en 1531 era el mismo que Kepler y Longomontano describieron con mayor precisión en 1607; y que yo mismo he visto regresar y he observado en 1682. Todos los datos coinciden y nada parece oponerse a esta opinión, al margen de la desigualdad de las revoluciones periódicas. Desigualdad que no es tan grande que no pueda deberse a causas físicas. Pues el movimiento de Saturno sufre tal alteración a causa de los demás planetas...»



Retrato de Edmund Halley (1657-1742) hacia 1720, cuando fue nombrado Astrónomo Real de Gran Bretaña



En 1456, el cometa Halley tenía la cabeza en la constelación de Géminis y la cola se extendía por sobre las constelaciones de Cáncer y el León. Esta cola era tan larga que abarcaba la tercera parte del cielo.

3. LA VUELTA DEL COMETA HALLEY

La predicción de Halley causó sensación, pero estas cosas no duran eternamente. Al fin y al cabo, lo único que cabía hacer era esperar más de medio siglo para comprobar si, en efecto, el cometa volvía. Muy pocos de los astrónomos del momento podían esperar vivir tanto, por lo que eran conscientes de que nunca sabrían si la predicción era verdadera o falsa. Y, como es lógico, se pusieron a hacer otras cosas.

Pero al fin llegó 1758, y pasaron los meses, uno tras otro, sin que ningún cometa apareciese en el cielo.

Tampoco es que se esperase que el cometa volviera necesariamente en el momento predicho. A fin de cuentas, entre la respectiva circunvalación del Sol de los cometas de 1531 Y 1607 habían transcurrido 76 años y un mes, mientras que entre la de los cometas de 1607 y 1682 el intervalo había sido de 74 años y 11 meses. Es decir, una diferencia de un año y dos meses. La cita no tenía por qué ser inexorablemente en 1758. Podía ser en 1759 e incluso en 1760.

Pero ¿por qué tenía que haber tal irregularidad?

Si el cometa y el Sol eran los únicos cuerpos involucrados, el cometa tenía que volver con la puntualidad de un reloj. Pero lo que ocurría era que el cometa y el Sol no eran los únicos cuerpos involucrados. Mientras el cometa se desplazaba a lo largo de su órbita, podía pasar muy cerca de los dos planetas gigantes, Júpiter y Saturno, que podían exigir a su vez su derecho de peaje gravitacional al cometa, acelerándolo o retardándolo.

Halley había calculado una órbita para el cometa, pero había espacio para mejorar tales cálculos. Mientras se acercaba la fecha prevista para el regreso, dos astrónomos fran-

ceses, Alexis Claude Clairault (1713-1765) y Joseph Jeróme Lalande (1732-1807), revisaron las cifras de Halley y trazaron la órbita cometaria con mayor exactitud. Tuvieron en cuenta la fuerza de gravedad de Júpiter y Saturno en el momento en que el cometa tenía que rebasarlos. Así averiguaron que el cometa tenía que retrasarse un poco y que no alcanzaría su punto más próximo al Sol «‹perihelio», palabra de origen griego que significa «alrededor del Sol») hasta el 13 de abril de 1759. Como es lógico podría detectarse, mientras se acercaba, meses antes del perihelio.

Pese a todo, los astrónomos profesionales no contaban con un estímulo suficiente para organizar una investigación en toda regla en lo que afectaba a aquel cometa que volvía.

La astronomía es una ciencia que, incluso hoy, cuenta con devotos aficionados capaces de llevar a cabo trabajos importantes y útiles. Uno de éstos, y en activo en 1758, era un acomodado terrateniente alemán llamado Johann Georg Palitzsch (1723-1788). Conocía la obra de Halley y estaba convencido de que el cometa volvería.

En noviembre de 1758 preparó el telescopio y se puso a observar la zona celeste en que el cometa, en caso de que volviese, tenía que aparecer. Esperó con paciencia y el 25 de diciembre de 1758 tuvo lo que sin duda fue la mejor Navidad de su vida, ya que fue aquel día cuando se convirtió en la primera persona que detectó al cometa que regresaba.

El informe de Palitzsch reanimó a los profesionales. El primer avistamiento profesional lo hizo el 21 de enero de 1759 un astrónomo francés, Charles Messier (1730-1817), que durante semanas sufrió sin embargo los inconvenientes de una racha de tormentas que dificultó la buena visión.

A partir de entonces el resplandor del cometa fue aumentando gradualmente, cruzó el cielo según la órbita que le correspondía y fue visible (salvo cuando estuvo muy cerca del Sol) hasta fines de mayo. Llegó a su perihelio el 13 de marzo, un mes antes de lo predicho por Clairault y Lalande.

¿Por qué esta diferencia? Bueno, en primer lugar Clairault y Lalande ignoraban la existencia de los planetas lejanos, Urano y Neptuno, y por lo tanto no habían podido tener en cuenta su fuerza de gravedad. Tampoco eran muy exactas las cifras que tenían respecto de la masa de Júpiter y Saturno. Pero si consideramos la enorme información que les faltaba hay que convenir en que trabajaron de manera irreprochable.

En la actualidad, claro, conocemos todos los planetas con cuya órbita se cruza la del cometa, y disponemos de cifras inmejorables en lo que afecta a su masa respectiva. Además, nuestro conocimiento de la órbita cometaria es exacto. Sabemos que cuando se encuentra en el punto más cercano al Sol, el cometa está solamente a 88,5 millones de kilómetros de él; es decir, que se aproxima al Sol más que Venus. Treinta y siete años después de haber alcanzado su perihelio, el cometa alcanza su «afelio», punto que señala su distancia, máxima del Sol. Entonces está a 5.230 millones de kilómetros del astro rey, más de tres veces y media la distancia de Saturno, el planeta más lejano que se conocía en la época de Halley. El afelio cometario se encuentra pues a más de 800 millones de kilómetros de la órbita de Neptuno, el más lejano de los planetas grandes que hoy conocemos.

Desde que reapareció en 1758 se le conoce por «cometa de Halley», aunque se ha vuelto una costumbre llamarle «cometa Halley» a secas, sin la preposición.

Una vez que se admitió al cometa Halley en calidad de respetable miembro del sistema solar, capaz de reaparecer de manera periódica y predecible, los astrónomos se pusieron a repasar datos para ver cuáles de los muchos cometas vistos en el pasado eran en realidad visitas anteriores del que de pronto se había convertido en el más célebre de los cometas.

Partiendo del perihelio de 13 de marzo de 1759, y contando hacia atrás, estamos en situación de determinar los siguientes perihelios anteriores del cometa Halley:

1682, 15 de septiembre. El cometa observado por Halley.

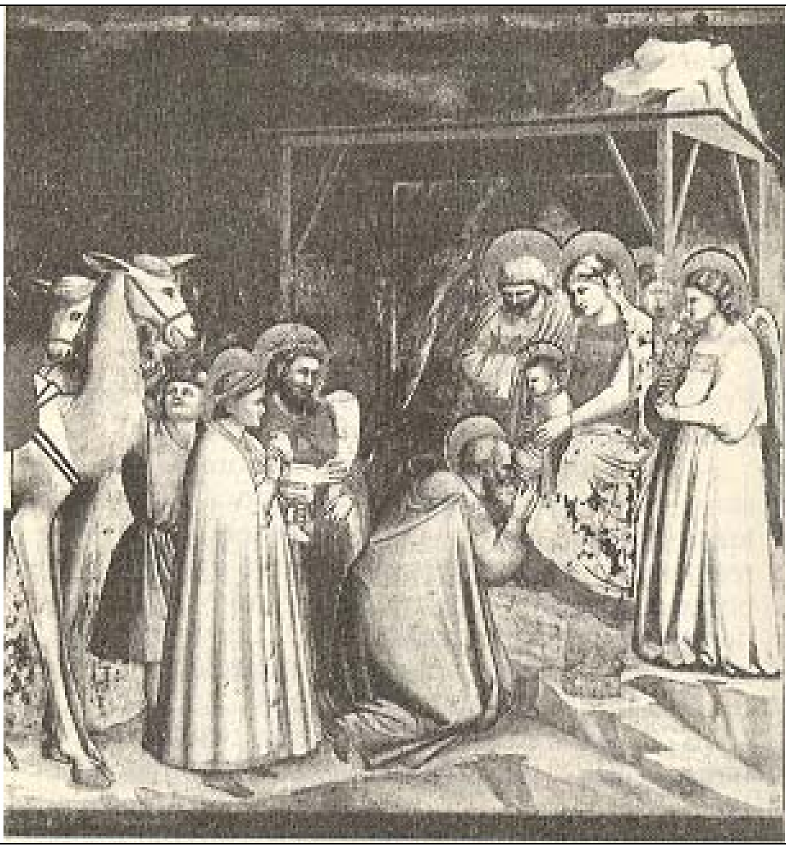
1607, 27 de octubre. El cometa estudiado por Kepler, que a modo de conclusión sugirió que los cometas se desplazaban en línea recta.

1531, 25 de agosto. El cometa observado por Fracastoro y Apiano, que consignaron que la cola siempre apuntaba en dirección contraria al Sol.

1456, 9 de junio. Este fue el cometa que observó Regiomontano. Fue una época de grandes terrores cometarios, ya que el cometa Halley apareció tres años después de la caída de Constantinopla y se creyó que anunciaba nuevas victorias de los turcos. El papa Calixto III ordenó oraciones especiales para aplacar la ira de Dios y evitar que los turcos dominaran Europa.

1378, 9 de noviembre. En esta ocasión, el cometa Halley no brilló mucho. Este fenómeno puede darse si la Tierra está en la otra parte del Sol en el momento de mayor proximidad del cometa. Entonces, cometa y Tierra están separados por una distancia inusualmente grande y, además, el primero está demasiado cerca del Sol para poderse distinguir con clari-

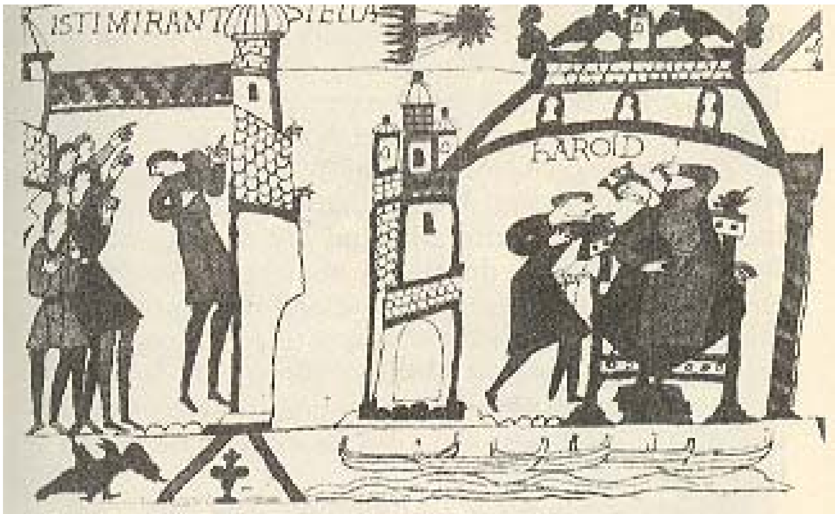
dad. En otras ocasiones cabe la posibilidad de que el cometa esté situado de tal modo que no sea bien visible en el hemisferio norte, que es donde más proliferan los astrónomos y observadores. Y otras veces, además, la posición de la Tierra respecto del cometa es tal que la cola no se ve longitudinalmente; y cuando la cola no se ve bien, el cometa pierde casi toda su espectacularidad.



Giotto pintó la estrella de Belén en forma de cometa en su célebre fresco titulado *La adoración de los Reyes Magos,* que terminó en Florencia tres años después de la aparición del cometa Halley en 1301.

1301, 23 de octubre. Esta vez tenía un aspecto muy brillante y se cree que lo vio el pintor y arquitecto italiano Giotto de Bondone (12671337), otro de esos personajes de la historia a quienes se conoce más por el nombre de pila. En 1304 terminaba Giotto un gran fresco, La adoración de los Reyes Magos, en que aparecen los tres Reyes de Oriente adorando al recién nacido Jesús. La estrella de Belén suele representarse encima del pesebre en esta clase de pinturas

y Giotto, basándose probablemente en la reciente aparición del cometa Halley, pintó una imagen muy viva del mismo. En aquellos tiempos había una minoría que pensaba que la estrella de Belén, había sido un cometa.



Los artesanos que bordaron el Tapiz de Bayeux dibujaron el cometa Halley de 1066 en forma de estrella de cola múltiple. La escena que aquí vemos celebra la invasión de Inglaterra por *Guillermo el Conquistador*, a la derecha, el aún no destronado rey Harold manifiesta una profunda preocupación por la habilidad militar que desplegó Guillermo durante una invasión.

1222, 1 de octubre. Adviértase que este perihelio se da 79 años antes que el que acabamos de consignar. Las investigaciones han puesto de manifiesto que la revolución completa del cometa Halley discurre en un período inferior a los 77 años por término medio, sólo que en virtud de la fuerza de gravedad de los planetas hay un margen de variación que oscila entre los 2,5 años por encima y los 2,5 años por debajo de la cifra apuntada; es decir que la revolución completa puede durar entre 74 años y medio y 79 y medio.

1145, 22 de abril. No hay gran cosa que decir de esta aparición.

1066, 23 de marzo. La más célebre de las apariciones antes de la época de Halley. Se presentó en el cielo mientras Guillermo el Conquistador planeaba la invasión de Inglaterra. El astuto Guillermo proclamó inmediatamente que el cometa profetizaba la derrota de los ingleses, cosa que levantó el ánimo de sus chicos normandos. En efecto, Harold II de Inglaterra había obtenido una gran victoria sobre los invasores noruegos en septiembre de aquel año, pero tuvo que dirigirse precipitadamente al sur para enfrentarse con los normandos y sufrió una tremenda derrota en octubre, en que resultó muerto.



El cometa Halley de 1066 era muy brillante y se desplazaba con rapidez por el cielo (Grabado del siglo XVII)

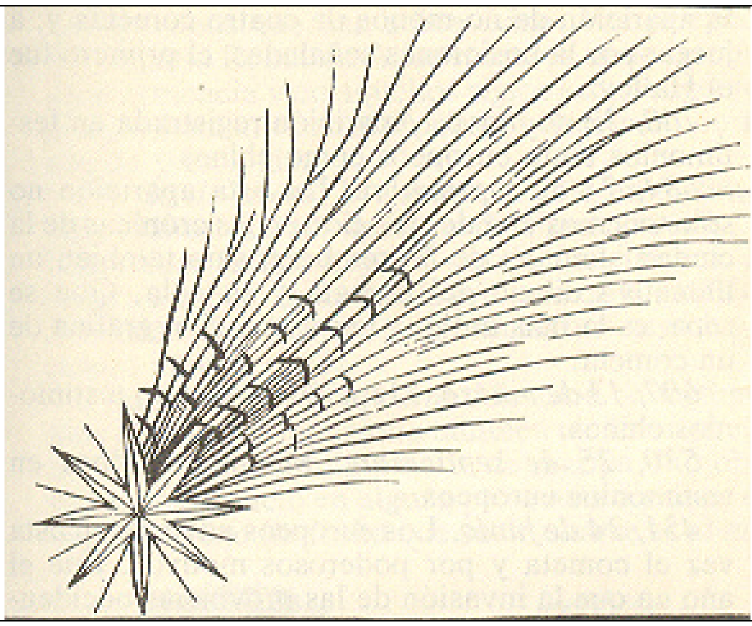
A consecuencia de la victoria de Guillermo se bordaron 70 escenas relativas a la victoriosa invasión en un gran pedazo de tela que hoy se conoce por Tapiz de Bayeux. En una de las escenas aparece claramente representado el cometa Halley como una estrella con cola sobre un grupo de

.hombres que lo señalan con el dedo. Una inscripción latina dice: «Estos hombres contemplan pasmados la estrella.» .

Antes de 1066, las menciones europeas del cometa son escasas e inseguras. En aquella época, sin embargo, la observación astronómica estaba en China mucho más avanzada que en Europa. A comienzos del siglo XVIII los resultados de las experiencias chinas llegaron a Europa gracias a los misioneros jesuitas que volvían, y se tradujeron por vez primera a los idiomas europeos en 1846. Dichos resultados vienen a aumentar nuestros conocimientos sobre anteriores apariciones del cometa Halley.

989, 9 de septiembre. Aparición registrada en testimonios tanto europeos como chinos.

912, 9 de julio. Aparición registrada en testimonios tanto europeos como chinos.



El cometa Halley en 684 según se ve en un grabado de la Crónica de la ciudad de Nuremberg; se creyó que había presagiado terribles tormentas, malas cosechas y la peste. Es la representación gráfica más antigua que se conoce del Halley.

837, 27 de febrero. Aparición registrada solamente en testimonios chinos. Era una mala época para Europa, había guerras civiles y piratería vikinga, y el nivel de vida estaba por los suelos. Los chinos, sin embargo, consignaron aquel año

la aparición de no menos de cuatro cometas y, a juzgar por la posiciones señaladas, el primero fue el Halley.

760, 22 de mayo. Aparición registrada en testimonios tanto europeos como chinos.

684, 28 de septiembre; De esta aparición no sólo tenemos una descripción en las crónicas de la ciudad alemana de Nuremberg, sino también un llamativo dibujo del cometa y su cola. Que se sepa, es la más antigua representación gráfica de un cometa.

607, 13 de marzo. Mención dudosa en testimonios chinos.

530, 25 de septiembre. "Mención dudosa, en testimonios europeos.

451, 24 de junio. Los europeos advirtieron, esta vez el cometa y por poderosos motivos. Fue el año en que la invasión de las provincias occidentales del Imperio Romano por Atila, rey dé los hunos, llegó a su punto culminante, y toda Europa temblaba. Sin embargo, este mismo año, en la batalla de Chalons, Atila sufrió la única derrota de su reinado. Dos años después moría y el imperio huno se dividió. Es posible que esta aparición significara una catástrofe para Atila, pero para Europa fue una buena noticia.

374, 16 de febrero. Mención en testimonios chinos.

295, 20 de abril. Mención en testimonios chinos.

218, 17 de mayo. Mención en testimonios chinos.

141, 20 de marzo. Mención en testimonios chinos. Durante tres siglos, el cometa Halley brilla por su ausencia en los testimonios astronómicos europeos que han sobrevivido. Era la época del Imperio Romano. A los romanos no les interesaba la ciencia y en aquellos siglos los inteligentes griegos habían acabado por ocuparse sólo de filosofía y teología.

66, 26 de enero. Mencionado sólo en testimonios chinos."En los escritos de Flavio Josefo, el historiadorjudío, hay un pasaje que tal vez se refiera a él bajo la forma de profecía de la caída de Jerusalén ante los romanos, hecho que tuvo lugar cuatro años después.

11 a. de C., 5 de octubre. Mención en testimonios chinos. Lo menciona también un autor griego que lo vincula con la muerte de Agripa. No obstante, Jesús nació en alguna parte más o menos en este momento (la fecha que suele citarse es el año 4 a. de C., aunque es posible que fuera un poco antes:



Moneda holandesa que celebra la vuelta del cometa Halley en 1577.

aunque es posible que fuera un poco antes: los Evangelios no traen ninguna fecha concreta). Es posible que fuera esta aparición del cometa lo que inspirase al autor del Evangelio según Mateo la historia de la estrella de Belén. Ciertos astrónomos que han calculado el aspecto del cielo en el momento del nacimiento creen que la historia, de la estrella de Belén pudo haberla inspirado una conjunción (aproximación en el plano estelar) de los planetas Júpiter y Saturno y que por tanto no tenga nada que ver con ningún cometa.

86 a. de C., 2 de agosto. Ningún testimonio.

163 a. de C., 5 de octubre. Ningún testimonio.

239 a. de C., 30 de marzo. Mención en testimonios chinos.

316 a. de C. Ningún testimonio.

392 a: de C. Ningún testimonio.

467 a. de C. Posible mención en testimonios europeos. Antes de esto, nada.





Moneda conmemorativa alemana de 1910 en que aparecen representados Halley y el cometa de su nombre, que reapareció aquel año.

En realidad, no todos los cometas célebres que ha registrado la historia constituyen reapariciones del cometa Halley. Por citar sólo dos ejemplos: ni el cometa de 44 a. de C. que se creyó anunciaba la muerte de César ni el de 1577, cuya distancia se esforzó Tycho Brahe por determinar, fueron el Halley.



Pintura inglesa del siglo XIX en que Julio Cesar y Calpurnia, su cuarta mujer, comentan la aparición de un vistoso cometa cuya luz se ve en el fondo. La expresión alarmada de Calpurnia sugiere que el cometa es presagio de desgracias, concretamente del asesinato de César el 15 de marzo de 44 a. de C. (Hay constancias de que apareció un cometa en junio de aquel año, tres meses después de la muerte del dictador, que se consideró un indicio de su ascensión a los cielos.)

Para los observadores situados entre los 300 y 400 de latitud N, el cometa Halley será visible con prismáticos entre el 5 y el 20 de enero de 1986 entre los 2500 y 2600 O entre 300 y 100 sobre el horizonte durante el anochecer, y en la segunda quincena de abril entre los 1400 y 1700 O a la misma altura.
Durante el alba estará mucho más bajo: hasta 150 sobre el horizonte, entre primeros de marzo y de abril, entre los 1100 y 2000 O.
Para los observadores situados a 300 de latitud S, el cometa Halley será visible al anochecer, en la segunda quincena de abril de 1986 entre los 700 y 1400 O de 700 a 100 sobre el horizonte. Al alba, será visible desde finales de febrero a fines de marzo, entre los 1000 y 2350 O, entre 100 y 800 sobre el horizonte.
Para los observadores situados más al N o al S de los puntos señalados, el cometa Halley apenas rebasará el horizonte.

4. COMETAS OSCUROS

La conmoción suscitada por la vuelta del cometa Halley en 1759 y la asunción de que los cometas tenían que ser miembros normales del sistema solar no redujeron el terror cometario. Millones de ignorantes y supersticiosos siguieron creyendo que los cometas predecían desastres (del mismo modo que creían mil otras tonterías) y siguen creyéndolo en la actualidad.

Además, al ya existente vino a añadirse otro motivo de pánico. Mientras que los planetas se movían según órbitas ligeramente elípticas, pero prácticamente inalterables y por completo separadas entre sí, no podía decirse lo mismo de los cometas.

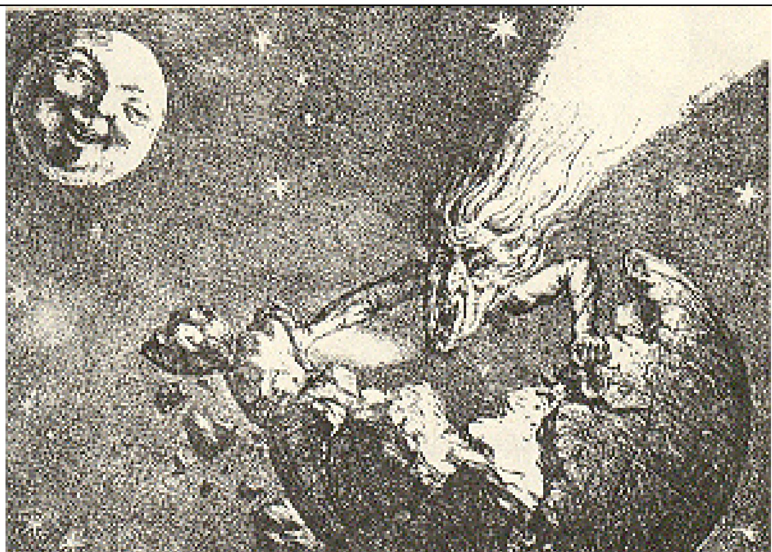
Aunque los cometas sean miembros del sistema solar con órbita propia, acusadamente elíptica, dicha órbita se cruza con la de todos los planetas, incluida la Tierra. En realidad, se cruzaban en términos generales con la órbita de los planetas a mucha distancia de ellos, pero la atracción gravitacional de estos alteraba siempre un poco su ruta. ¿Y si una de estas alteraciones originaba una colisión entre un cometa y la Tierra?

En 1711, por ejemplo, un matemático inglés, William Whiston (1667-1752), publicó un libro en que quería demostrar que el cometa Halley tenía una órbita mayor de lo que Halley había supuesto, y que volvía a las proximidades de la Tierra no cada 75 años, sino cada 575 años. Siete regresos antes, en 2345 a. de C., se había acercado mucho a la Tierra (según él) y durante esta proximidad la fuerza de gravedad del cometa había originado grandes mareas, al tiempo que la cola, al entrar en la atmósfera terrestre, había originado llu-

vias prolongadas. Consecuencia directa de tal acontecimiento había sido el diluvio universal. Whiston auguraba que en el curso de un retorno futuro el cometa haría que la Tierra se acercase al Sol y pereciese abrasada.

En 1745 el naturalista francés Jorge L. L. de Buffon (1707-1788) formuló otra hipótesis, aunque menos apocalíptica, sobre las colisiones. Sugirió que hace unos 75.000 años un cometa habría chocado con el Sol. La materia que había rebotado en el astro rey se había hecho sólida y se había convertido en lo que hoy son los planetas, incluida la Tierra.

A consecuencia de especulaciones como estas, los que nunca se habían preocupado ni por asomo por las profecías tocantes a desgracias astrológicas comenzaron a preocuparse por las catástrofes físicas y la posibilidad de una colisión cometaria.



Un grabador francés dotó de brazos al cometa para que destruyera al mundo en esta pesadilla de 1857 que representa el choque de un cometa con la Tierra.

Las especulaciones de Whiston y Buffon son insostenibles por razones que se dirán más adelante. Pero, como explicaré en el último capítulo, cabe la posibilidad de que los

cometas originen catástrofes en la Tierra y de que incluso lo hayan hecho ya en el pasado.

Tras la vuelta del cometa Halley, sin embargo, la mayor parte de los astrónomos no tuvo tiempo para preocuparse por las catástrofes posibles, pasadas o futuras. Lejos de ello, comenzaron a interesarse febrilmente en los cometas, ya que, de repente, se habían convertido en el tema astronómico de mayor actualidad.

Todos querían descubrir un cometa y, a ser posible, calcular su órbita y predecir su vuelta. Al fin y al cabo ya había buenos telescopios y se podía distinguir cometas demasiado apagados para ser observados a simple vista. Con ayuda de un telescopio se puede tener la absoluta seguridad de descubrir nuevos cometas con cierta frecuencia. En realidad casi todos son oscuros e inapreciables: pero un cometa es siempre un cometa.

Messier, el primer astrónomo profesional que vio la vuelta del Halley, se enfrascó totalmente en la búsqueda de un nuevo cometa. Era lo único que le interesaba en esta vida. Tras medio siglo de búsqueda descubrió 21 nuevos cometas y sufría unas rabietas de cuidado cada vez que otro astrónomo descubría uno antes que él. Cuando murió su mujer lamentó hondamente la pérdida, pero se guardó mucho de hablar de las angustias que le habían corroído en el velatorio por estar consumiendo allí un tiempo que habría podido dedicar a la búsqueda de más cometas.

En realidad, ninguno de los cometas de Messier resultó tener importancia por sí mismo, aunque entre todos contribuyeron a aclarar algunas cosas. Se hizo evidente, por ejemplo, que los cometas eran innumerables; lo que constituyó otro motivo para pensar que era ridículo considerarlos anun-

cios de hechos desgraciados o de cualquier otra especie. Con la cantidad de cometas que hay, el mundo ya estaría hecho cisco.

El asunto de calcular órbitas y predecir retornos resultó no ser tan fácil como se esperaba. Calcular la órbita de un cometa basándose en un solo paso por el cielo era muy difícil. Halley había tenido la suerte de trabajar con un cometa brillante, de manera que pudo rastrear sus anteriores apariciones, que estaban bien documentadas, y esto le aportó una cantidad extra de datos que le ayudaron mucho a la hora de calcular la órbita.

Los infinitos cometas oscuros con que trabajaron los astrónomos posteriores, sin embargo, no se habían observado anteriormente, que se supiera por lo menos, y las intentonas de descubrir órbitas basándose en un solo paso fracasaban.



El autor del grabado, para burlarse de la moda de buscar cometas que proliferó en el siglo XIX y comienzos del XX, simula aquí el «descubrimiento» de un cometa en 1906 desde el Observatorio de Greenwich. En primer plano varios rabinos consultan las profecías de la Biblia alusivas al tema.

Había transcurrido medio siglo desde el triunfal retorno del cometa Halley en 1759 y aún no se había podido determinar la órbita de ningún otro cometa. Desesperados, algunos astrónomos dijeron que el cometa Halley tenía que ser

una excepción: que los demás cometas no tenían órbita elíptica y que por tanto visitaban el sistema solar una vez solamente.



En esta foto telescópica de 1908 vemos al cometa Morehouse como un cuerpo oscuro de cola larga e inconsistente.

Hubo una victoria parcial en 1770, sin embargo, cuando un astrónomo sueco, Anders Johan Lexell (1740-1784), observó un cometa oscuro. Se las apañó para averiguar su órbita y descubrir que era tan pequeña que el cometa volvía cada 5 o 6 años. Por desgracia, al cometa Lexell, como al final se le llamó, no se le volvió a ver tras aquel viaje alrededor del Sol.

En los años siguientes se fueron rastreando sus idas y venidas, antes y después de 1770, y se acabó descubriendo lo que había ocurrido. Al principio, la órbita del cometa Lexell había sido larga, pero en 1767 había pasado cerca de Júpiter y la fuerza de gravedad del planeta la había acortado a una duración de 5 o 6 años. Rodeó el Sol y volvió en 1776, pero era tan oscuro que al parecer nadie lo advirtió. Luego, en 1779, mientras se alejaba, volvió a pasar cerca de

Júpiter y el planeta le cambió la órbita en una elipse tan chata y alargada que, de reaparecer, no era probable que pasase cerca de la Tierra. Incluso si volvía a vérsele, seguramente se le tomaría por otro cometa, ya que no habría manera de identificarlo con el Lexell.

Pero en 1802 cambiaron las cosas. El matemático alemán Carlos Federico Gauss (1777-1855) ideó un método matemático para deducir una órbita de tres observaciones lo bastante distanciadas entre sí. Con lo que el trabajo se facilitaba considerablemente.

Cuando en 1818, un astrónomo francés, Jean Louis Pons (1761-1831), descubrió otro cometa, el astrónomo alemán Johann Franz Encke (1791-1865), que había sido alumno de Gauss, se puso a calcular su órbita. Lo consiguió en 1819 y desde entonces se conoce al cometa con el nombre de cometa Encke. Descubrió que dicha órbita era pequeña y que daba una vuelta completa alrededor del Sol en sólo 3 años y un tercio. Es decir, que se trata de la órbita cometaria más pequeña que se conoce hasta hoy, y en los casi 40 retornos que ha efectuado desde 1819 se le ha podido observar en todas las ocasiones.

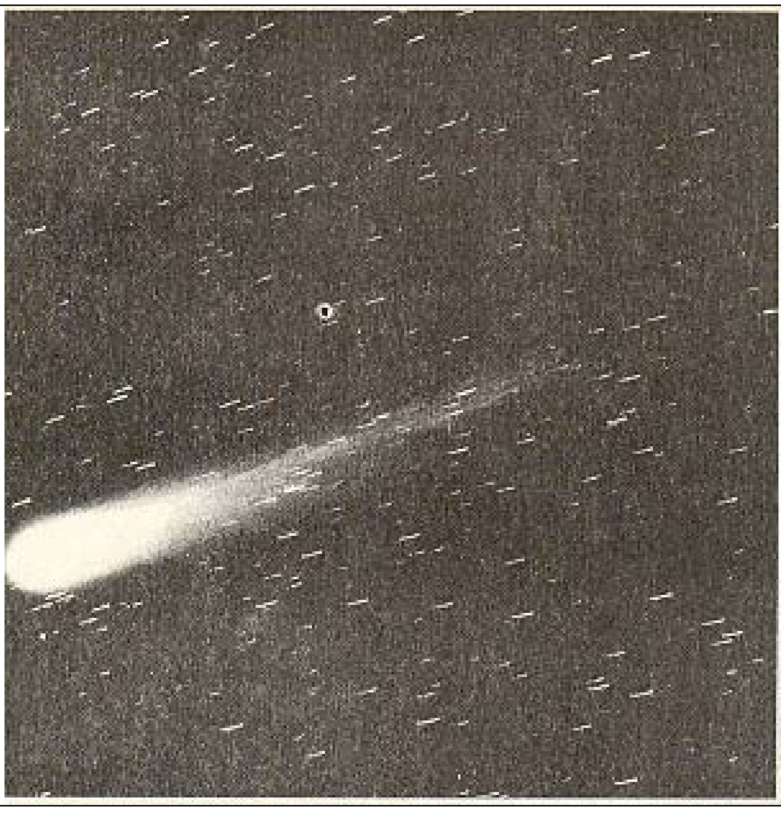
El cometa Encke no fue más que el segundo cometa cuya órbita se calculó y cuya vuelta pudo constatarse, ya que el cometa Halley fue el primero. Desde que se calculase la primera órbita cometaria pasaron 114 años sin que pudiera establecerse otra, pero a partir de entonces ya no hubo problemas. Ya se había determinado la órbita de muchos cometas; el mismo Encke averiguó no menos de 56 orbitas.

Los astrónomos creían por fin que todos los cometas formaban parte del sistema solar y que viajan en sendas órbitas que rodean el Sol en un tiempo más o menos largo.



En 1910, un grupo de aldeanos chinos trata de asustar al cometa Halley con fuegos artificiales.

Los cometas se pueden dividir en cometas «de periodo corto» y cometas «de periodo largo». Los de periodo corto ejecutan una revolución completa en menos de 200 años; el cometa Halley es de periodo corto.



Fotografía telescópica del cometa Halley en 1910, camino de su perihelio.

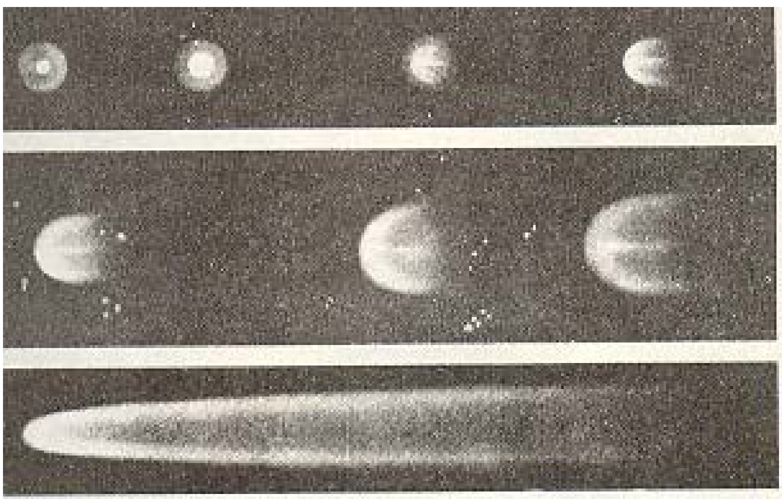
Los de periodo largo se desplazan en una órbita tan alargada que es extremadamente difícil calcularla basándose en el breve momento en que están cerca del Sol y durante el que pueden verse. Pueden tardar miles, cientos de miles y hasta millones de años en ejecutar una vuelta completa a lo largo de su órbita.

Es muy posible que a estos cometas, aun cuando por lo general sean muy brillantes y espectaculares, no lleguen a verlos dos veces los astrónomos. A fin de cuentas, la última vez que pasaron cerca de la Tierra no había aquí nadie para observarlos científicamente, ya que, en el mejor de los casos, nuestro planeta estaría poblado entonces por los primitivos antepasados de los actuales seres humanos. La próxima vez que aparezcan, ¿quién sabe el destino que habrá caído sobre la Humanidad y si quedará alguien sobre la superficie del planeta para observarlos?

5. LA MUERTE DE LOS COMETAS

El astrónomo alemán Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846) descubrió un cometa en 1806. Consultó la documentación disponible, indagó las veces que había recorrido nuestro cielo y pensó que podía tratarse del retorno de un cometa que había descubierto Messier en 1772. Más tarde, Bessel consideró que estaba equivocado a consecuencia de un error de cálculo, aunque otros dijeron que no había habido ningún error y que estaba en lo cierto. La polémica hizo que la atención astronómica se centrara en el cometa.

Un militar austríaco, Wilhelm von Biela (1782-1856), que era además astrónomo aficionado, quiso sorprender la reaparición del cometa, que, según las hipótesis de Bessel, tenía que volver en 1826. El 27 de febrero localizó un cometa y lo siguió con el telescopio durante doce semanas. Calculó su órbita -cosa que ya era fácil gracias a Gauss- y descubrió que su revolución duraba 6 años y 9 meses.



Dibujos de un astrónomo en los que se ve el núcleo del cometa Halley y el crecimiento de su cola en diversas etapas de su aproximación al perihelio en 1835-36. Los rasgos de los cometas suelen aparecer de manera más detallada cuando los dibuja un observador que utiliza un telescopio que cuando se fotografían telescópicamente.

Al hacer cálculos en sentido retroactivo, demostró que Bessel había estado en lo cierto desde el principio. El cometa, que había de llamarse cometa Biela, había aparecido en 1772, había ejecutado cuatro revoluciones sin que nadie lo advirtiera, puesto que era un cometa oscuro, y Bessel lo había localizado en 1807. Dio otras dos revoluciones de incógnito hasta que por fin volvió a verlo Biela, que calculó su órbita.

A causa de la polémica, el cometa Biela se hizo muy célebre y hubo un buen puñado de astrónomos que se puso a calcular su órbita con gran escrúpulo, tomando en consideración la atracción gravitacional de varios planetas para que la fecha de su posible regreso pudiera determinarse con exactitud. Los astrónomos no querían perder el tiempo en el caso de que corriera la misma suerte que el cometa Lexell y, merced a las influencias planetarias, se alterase su órbita o fuese expulsado incluso del sistema solar.

Un astrónomo alemán, Heinrich Wilhelm Olbers (1758-1840), calculó que, cuando volviese en 1832, el cometa Biela pasaría muy cerca de la Tierra el 29 de octubre, rumbo a su perihelio. En realidad, la Tierra no estaría en aquella parte de su órbita, sino a ochenta millones de kilómetros; pero el caso es que al principio nadie prestó atención a aquello.

Comenzó a extenderse la creencia de que habría una colisión el 29 de octubre de 1832 y se desató el terror cometario. Los astrónomos se apresuraron a explicar que no había ninguna colisión y, sorprendentemente, el terror se desvaneció. El cometa Biela pasó muy cerca de la órbita terrestre en el momento previsto por Olbers, pero, como es lógico, nada le ocurrió a la distante Tierra.



Escrupuloso dibujo de la cabeza del Gran Cometa de 1861 hecho por un astrónomo inglés luego de observar el núcleo y la coma que lo envolvía en julio de aquel año.

El cometa Halley volvió a reaparecer y alcanzó su perihelio el 16 de noviembre de 1835, pero como hacía poco que se había desatado el pánico de modo infundado, la gente se tomó aquella reaparición con calma, sobre todo porque se trataba de una de las ocasiones en que el cometa no tenía un aspecto muy llamativo.

El 10 de noviembre, cuando el cometa Halley estaba cerca de su perihelio, nació un niño en un pueblo de Missouri llamado Florida. Era Samuel Langhome Clemens y había de convertirse en el (a mi juicio) más grande escritor estadounidense con el seudónimo de Mark Twain.

Cuando el cometa Halley desapareció durante otros tres cuartos de siglo, el cometa Biela volvió a llamar la atención de los astrónomos. Reapareció en julio de 1839 y luego en febrero de 1846. El primero en verlo esta última vez fue un oceanógrafo y astrónomo estadounidense Matthew Fontaine Maury (1806-1873). Este hombre informó que había dos cometas que avanzaban uno al lado del otro, cada uno con su respectiva cola. No había duda: el cometa Biela se había partido en dos.

En 1852, cuando volvió a reaparecer, el primero en verlo fue el astrónomo italiano Pietro Angelo Secchi (1818-1878). Las dos mitades del cometa Biela se habían separado ya bastante y una iba por delante de la otra. No se pudo observar en 1859 porque estuvo en el cielo durante las horas del crepúsculo y era demasiado oscuro para ser visto cuando no era totalmente de noche.

En 1866 habría tenido que reaparecer en circunstancias que lo habrían hecho claramente visible, pero no fue así. No volvió a verse el cometa Biela, aunque no se acercó a ningún planeta lo bastante para que su órbita sufriese una alteración. Se había limitado a deshacerse y, por así decir, había muerto (desde entonces ha habido otros cometas que también se han fragmentado y muerto).

El destino del cometa Biela desató la suposición de que los cometas podían ser objetos ligeros y hasta inmateriales, de ningún modo semejantes a los planetas. Esto contribuyó a

mitigar el miedo respecto de la posibilidad de colisiones que provocasen inundaciones y otras catástrofes. En particular, la idea de Buffon de los efectos de un choque cometario con el Sol es errónea. Los cometas chocan ciertamente de vez en cuando con el Sol. El cometa queda destruido, pero la inmensa masa solar no sufre ningún efecto apreciable.

Para dar cuenta del aspecto y fragilidad de su estructura se han sugerido algunas explicaciones. La que hoy aceptan casi todos es la que expuso en 1950 el astrónomo estadounidense Fred Lawrence Whipple (n. 1906). Se alude a ella informalmente como teoría «de la bola de nieve sucia» y recuerdo que, al poco de exponerla públicamente, Whippie me explicó algunos detalles en el curso de una cena.

Whipple sugirió que un cometa es, básicamente, una esfera de materias congeladas (una «bola de nieve») que, sometidas a una temperatura mayor, pueden transformarse en gases. Entre las posibles sustancias congeladas que lo componen están el agua, como es lógico, el amoníaco, el metano, anhídrido carbónico, ácido cianhídrico, etc. Incrustados en las sustancias heladas puede haber partículas de polvo y pequeños fragmentos de materias sólidas y rocosas (estos harían «sucia» a la bola de nieve). El centro tal vez sea un pedazo sólido de roca, aunque también cabe la posibilidad de que todo el cometa sea polvo y fragmentos rocosos incrustados en el hielo. La bola congelada puede tener varios kilómetros de diámetro, con lo que sería un objeto pequeño y apenas apreciable mientras se mantiene en estado de congelación.

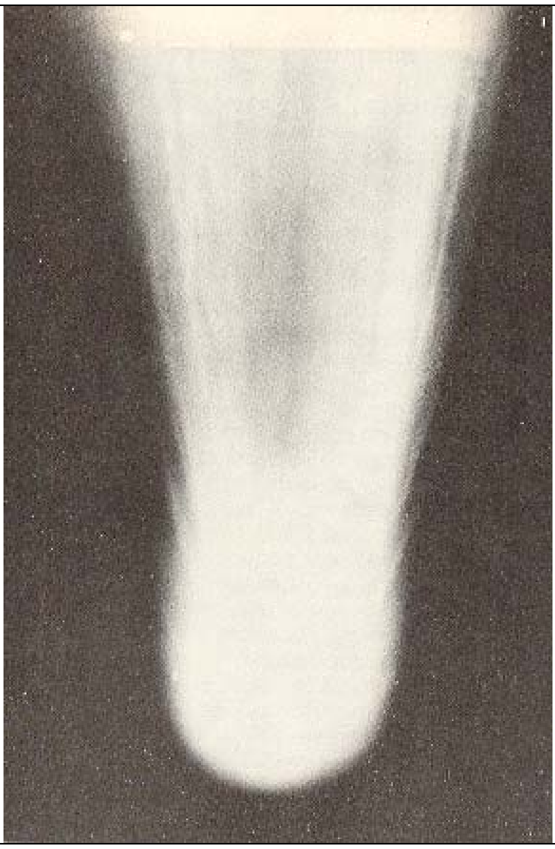
Cuando el cometa está en el punto más alejado de su órbita es hielo sólido, y, en cualquier caso, está demasiado lejos de la Tierra para que podamos vedo. Sin embargo, al

acercarse al Sol, aumenta su temperatura. Parte del hielo se evapora y el polvo que contiene este se libera. El centro del cometa, sea roca sólida o hielo puro, puede brillar como un punto, igual que una estrella, y recibe el nombre de «núcleo»; a su alrededor hay una capa neblinosa de polvo que se llama, «coma» (esta palabra significa «cabellera» en latín y en castellano antiguo). La coma se va haciendo más grande a medida que el cometa se acerca al Sol, y ello hasta el extremo de que un cometa particularmente grande puede desarrollar una coma del tamaño de uno de los planetas mayores. Esta coma, sin embargo, está integrada por un polvillo insignificante. La coma se puede extender hasta formar una cola de cientos de millones de kilómetros, aunque toda la materia que contiene, si pudiera concentrarse, cabría en una habitación de tamaño normal e incluso en una maleta.



El cometa Halley desplazándose por el cielo con la cola menguada, mientras se aleja de su perihelio, el 6 de junio de 1910.

Una vez que el cometa rebasa su perihelio e inicia el camino de regreso, empieza a enfriarse. La cola se encoge, la coma se reduce y al final el cometa vuelve a ser nada más que una bola de hielo dura.

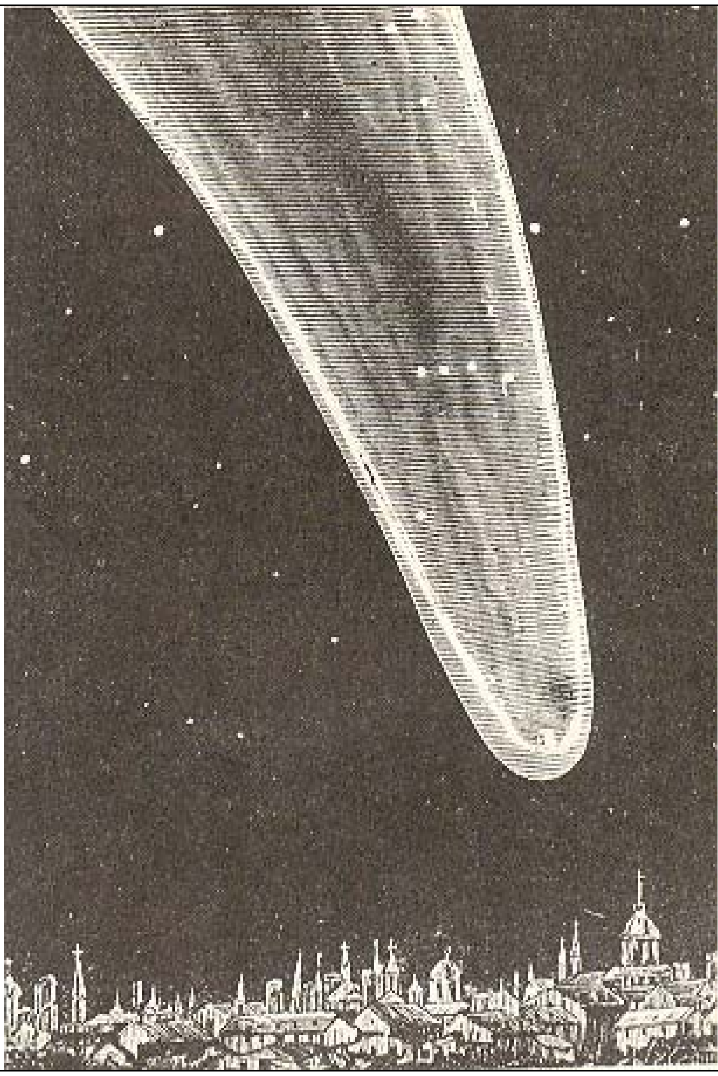


Primer plano de la cabeza del cometa Halley el 9 de mayo de 1910

Cada vez que el cometa da una vuelta alrededor del Sol, sin embargo, parte de su materia se pierde para siempre. La materia de la cola se disemina en el espacio sin reintegrarse al cometa. Esto es igualmente válido para buena parte de la materia de la coma. Cada vez que vuelve el cometa es por tanto más pequeño y pierde gradualmente su espectacularidad.

Por este motivo son oscuros los cometas de período corto. Han ejecutado muchas revoluciones y han ido reduciéndose. Unas veces se reducen prácticamente a la nada, como le ocurrió al cometa Biela. Otras queda un núcleo rocoso, como parece que le ocurrió al de Encke, que todavía desarrolla una ligera envoltura neblinosa cada vez que se acerca

al Sol, si bien no parece cambiar mucho de una revolución a otra.



El primero de los varios cometas espectaculares que se vieron en el siglo XIX fue este gigantesco dedo de luz, el Gran Cometa de 1811

Como el cometa Halley se acerca al Sol una vez cada 77 años, sólo ha dado 32 revoluciones desde la edad de oro de la antigua Grecia, hace 2500 años. En este mismo lapso el cometa Encke ha ejecutado 750 revoluciones. Además, el perihelio del cometa Encke está más cerca del Sol que el del Halley, por lo que el primero sufre un mayor aumento de temperatura y por tanto se evapora más.

Por esto el cometa Encke está prácticamente muerto, mientras que al Halley le queda aún mucha vida. Pese a ello,

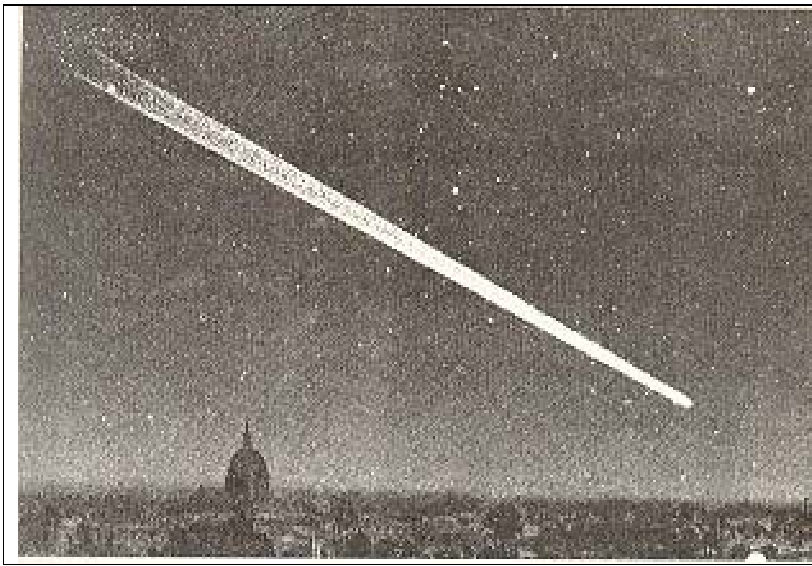
el cometa Halley no puede ser ya el objeto espectacular que fuera antaño. Y llegará el día, dentro de varios miles de años, en que probablemente, se reducirá a cuerpo oscuro sólo visible con telescopio, si es que no se fragmenta y muere.

6. COMETAS DEL SIGLO XIX

Naturalmente, los cometas más espectaculares son los de órbita muy larga que se acercan al Sol sólo una vez cada tantos miles de años. Al contar con tan escasas ocasiones de perder parte de su materia, desarrollan una coma muy amplia y una cola larga y vistosa cuando se aproximan al Sol. A veces a estos se les llama «cometas nuevos» porque apenas han tenido ocasión de sufrir modificaciones y porque, cuando se acercan al Sol, es probable que sea la primera vez que se les observe científicamente.

En el siglo XIX recorrió nuestro cielo cierta cantidad de estos cometas nuevos.

En 1811, por ejemplo, apareció un cometa enorme con una cola que tendría unos 160 millones de kilómetros de longitud (más de la distancia que hay entre el Sol y la Tierra). Fue visible durante año y medio y se mantuvo muy brillante durante muchas semanas. Casualmente, la cosecha portuguesa de oporto fue muy buena mientras el cometa estuvo en el cielo. El cometa no tuvo en realidad ninguna relación con el vino, pero durante más de medio siglo se anunció y vendió como «la cosecha del cometa».



El Gran Cometa de marzo de 1843, qua aquí vemos sobre París, era un «rasante», giró alrededor del Sol a una velocidad de 2.045.000 km/h y pasó a 129.000 km de la superficie solar.

En siglos anteriores un cometa tan llamativo habría enloquecido a Europa con augurios de catástrofes y no cabe duda de que muchos se pusieron francamente enfermos. A Napoleón, al parecer, no le preocupó gran cosa. Fue una lástima porque apenas desapareció el cometa, invadió Rusia; como se sabe, esta campaña terminó en un desastre total y preparó el camino de su derrumbe definitivo.

En 1843 apareció otro cometa que probablemente fue más brillante incluso que el de 1811, pero por su posición apenas fue visible en Europa. Su cola era recta y delgada y abarcaba la cuarta parte del cielo.

El cometa de 1843 fue notable porque su perihelio estuvo muy cerca del Sol. En su punto más próximo, el cometa Halley está a 88,5 millones de km del Sol, mientras que el cometa Encke está sólo a 49 millones. El cometa de 1843, sin embargo, estuvo sólo a 800.000 km del centro del Sol al alcanzar su perihelio. Pasó nada más que a 130.000 km, aproximadamente, de la superficie solar. Cuanto más cerca está un objeto que gira alrededor del Sol, más aprisa se mueve; el cometa de 1843 recorrió a tal velocidad su perihe-

lio que hizo tres cuartas partes de su vuelta en torno del Sol en menos de un día, ya que se desplazaba a una velocidad de unos 550 kilómetros por segundo. Esta velocidad le ayudó a sobrevivir al encuentro.

El cometa de 1843 pertenece a una categoría conocida por «cometas rasantes al Sol»; el Halley no pertenece a esta categoría. Si perteneciera, un par de revoluciones bastaría para evaporarlo hasta quedar con el núcleo rocoso al desnudo o incluso se desintegraría.

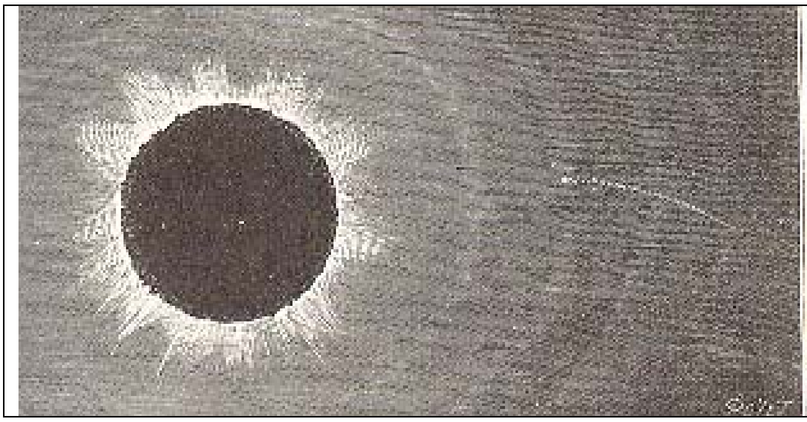


En junio de 1858 el astrónomo italiano Giovanni Donati localizó un cometa que se volvería muy brillante y dejaría tras de sí una cola de polvo y un par de estelas gaseosas más finas.

El 2 de junio de 1858 el astrónomo italiano Giovanni Battista Donati (1826-1873) localizó una cometa que desde entonces se llama cometa Donati. Fue el tercer cometa nuevo del siglo. Más importante que su brillo, sin embargo, fue el hecho de que tuviera varias colas y que estas cambiasen de forma de vez en cuando. También se le apreciaron mutaciones en la coma.

fotografía y otras técnicas avanzadas, en la actualidad se descubren entre diez y treinta cometas al año.

Los cinco cometas nuevos del siglo XIX, que se dejaron ver en el espacio de 71 años, tenían todos un período de miles de años, quizá de muchos miles. El instante de estas enormes órbitas durante el que se les pudo ver, era demasiado breve en todos los casos para calcular con seguridad el tiempo de revolución completa. Y así como no había forma entonces de predecir su aparición, tampoco hay en la actualidad ninguna forma de predecir, ni aproximadamente, el momento en que reaparecerán.



El Gran Cometa de septiembre de 1882, otro «rasante al Sol», brilló de modo muy llamativo durante el eclipse del 17 de mayo de ese año.

En el siglo que ha transcurrido desde 1882 no ha habido ningún otro cometa nuevo de especie tan vistosa: ni uno solo. El cometa más brillante que se ha visto en el cielo del hemisferio norte, después de 1882, apareció en 1910, pero se trataba en realidad de nuestro viejo amigo, el Halley, que nos hacía su tercera visita desde que Halley averiguase su órbita.

Claro que esta vez, con ayuda de telescopios y fotografías, se pudo apreciar mucho antes de que se le pudiera contemplar a simple vista, y fue perceptible asimismo mucho después de ello.

Se le fotografió por primera vez el 11 de septiembre de 1909 y se le siguió fotográficamente hasta el 1 de julio de 1911, cuando ya había rebasado la órbita de Júpiter.

El cometa Halley alcanzó su perihelio el 20 de abril de 1910 y lo hizo con tres días de retraso sobre lo previsto, a pesar de que se habían tenido en cuenta todos los efectos gravitacionales posibles. Es indudable que esta tardanza se debió al efecto tipo cohete originado por el explosivo calentamiento de su superficie.

Incluso en fecha tan actual como 1910 se desató un pánico cometario en toda regla, ya que pareció muy probable que la Tierra cruzase la cola del cometa. Aunque los astrónomos aseguraron al mundo que aquello no iba a provocar ningún efecto (como tampoco había provocado ninguno en el caso del cometa del 1861), muchas personas estaban convencidas de que aquello iba a ser el fin de la vida terrestre si es que no iba a ser el fin del planeta mismo. Algunos comerciantes sin escrúpulos ganaron mucho dinero vendiendo «pastillas contra el cometa» que anunciaban como antídoto contra los gases venenosos que se creía iba a liberar en la atmósfera la cola del Halley.

No hace falta decir que dicha cola no produjo el menor efecto sobre la Tierra ni sobre ninguna de las especies vivas que esta contiene.

En 1910 Mark Twain agonizaba. Cuando quienes estaban con él le dieron ánimos, Twain negó con la cabeza.

-He venido con el cometa -dijo- y tendré que irme con él.

Murió el 21 de abril, un día después de que el cometa alcanzase su perihelio.

7. LA COLA DE LOS COMETAS Y LOS METEORITOS

El primer descubrimiento científico acerca de los cometas fue que su cola apuntaba siempre en dirección opuesta al Sol. Pero ¿por qué?

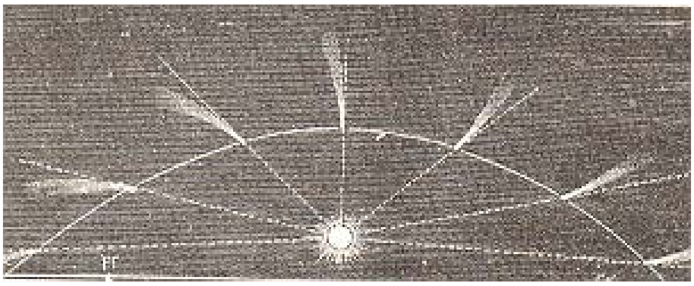
Cuando un objeto se desplaza a mucha velocidad en un día sin viento y suelta humo mientras se mueve (pongamos, por ejemplo, una locomotora de vapor), esperamos con buena lógica que la columna de humo se incline hacia la parte trasera del objeto. Ello se debe a que la resistencia del aire actúa con mayor efectividad sobre las diminutas partículas del humo que sobre la poderosa solidez del tren. La columna de humo se retrasa por tanto respecto del tren y va, por así decir, a remolque de la locomotora.

En el vacío, sin embargo, el humo que despidiese un objeto móvil se desplazaría junto con el objeto a su misma velocidad. No se quedaría atrás.

Cuando un cometa se acerca al Sol, la materia pulverizada de la coma fluye hacia atrás y viaja a remolque del cometa; sin embargo, este se mueve en el vacío. Más aún: cuando el cometa gira alrededor del Sol, la cola gira también de modo que en todo momento se extiende en dirección opuesta al astro rey.

Cuando el cometa está en la mitad de este giro circunvalatorio, la cola sigue apuntando en sentido contrario al Sol. Forma entonces un ángulo recto con el sentido del movimiento del cometa.

Una vez que este ha completado el giro circunvalatorio y se mueve hacia los segmentos más alejados de su órbita, la cola sigue apuntando en sentido opuesto al Sol y en realidad va por delante del cometa.



La cola de un cometa apunta siempre en dirección contraría al Sol en cualquiera de los puntos de su órbita. Cuando el cometa ha rodeado el Sol y se encamina al otro extremo de la órbita, la cola se extiende en el sentido de su movimiento: la «sopla» el viento solar.

Puesto que estamos acostumbrados a movemos dentro de la atmósfera, se trata de un fenómeno muy extraño para nosotros. Nos parecería ciertamente raro ver una locomotora a vapor que corre por sus raíles con el humo de la chimenea apuntando al frente o formando un ángulo recto con el sentido de la máquina. La única explicación que se nos ocurriría es que se había desatado un fuerte viento que soplaba en la misma dirección del tren o que soplaba de tal suerte que obligaba a la columna de humo a formar un ángulo recto con la horizontal de la locomotora.

¿Cabe pues pensar aquí también que haya alguna especie de «viento» que, procedente del Sol, «sople» sobre la cola?

Sabemos que la luz y otras radiaciones brotan del Sol en todos los sentidos. El físico escocés James Clerk Maxwell (1831-1879) sugirió en sus trabajos teóricos que estas radiaciones, a pesar de su carácter incorpóreo, podrían alcanzar el efecto de una suave brisa.

En 1901, valiéndose de espejos muy ligeros y suspendidos en una cámara de vacío, el científico ruso P'otr Nicola'evič Lebedev (1866-1911) midió esta fuerza de radiación y descubrió que realmente existía. En el curso de los cincuenta años siguientes, más o menos, se creyó que esta fuerza era

la responsable de la conducta de la cola de los cometas. La fuerza de la radiación ejercía un empuje constante sobre el polvo de la coma, de suerte que la estela que llamamos cola apuntaba en sentido opuesto al Sol hasta perderse gradualmente, en su tramo final, en la vasta inmensidad del espacio.

Al final se supo, sin embargo, que esta fuerza, aunque existía, no era suficiente para explicar la conducta de la cola de los cometas. ¿Despediría el Sol alguna otra cosa?

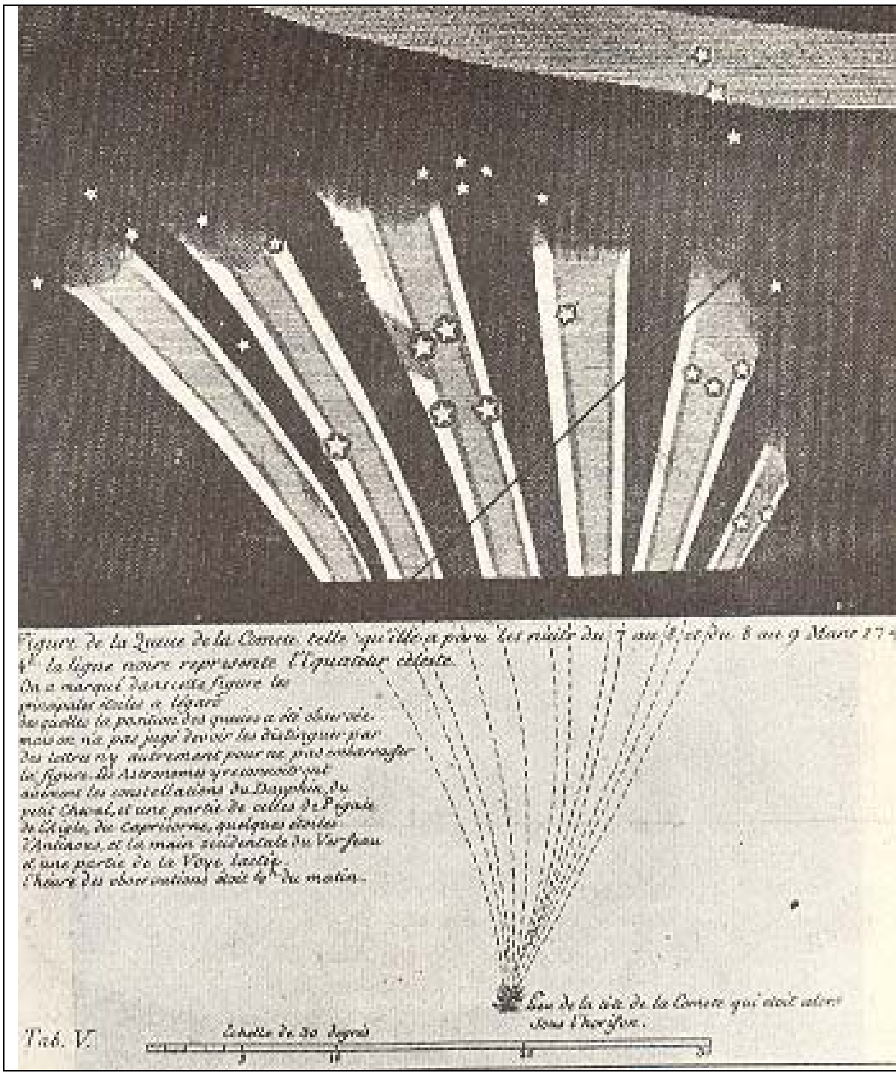
En la década de los veinte el científico inglés Edward Arthur Milne (1896-1950) hizo un escrupuloso estudio teórico del comportamiento de la atmósfera solar. Calculó la fuerza de gravedad que atraía los objetos hacia el astro y la fuerza de radiación que los repelía. Le pareció que en la superficie solar la fuerza de radiación era tan poderosa que podía despedir partículas a tremendas velocidades, a pesar incluso de la fuerza de gravedad.

La partícula más común que integra la masa solar es el núcleo atómico del hidrógeno, que es un protón cargado eléctricamente. Milne afirmó que tenía que haber chorros de partículas cargadas eléctricamente, que el Sol disparaba en todas direcciones.

En los años cincuenta los científicos estudiaron con vehículos espaciales las zonas del espacio exterior a la atmósfera de la Tierra y el físico italoamericano Bruno Rossi (n. 1905) descubrió que, en efecto, había partículas cargadas eléctricamente que procedían del Sol y que rebasaban la Tierra a gran velocidad. Es lo que actualmente llamamos «viento solar».

Los astrónomos están hoy convencidos de que es este viento solar el que empuja la coma de los cometas hasta formar su larga cola, evanescente y característica; por lo tanto,

ya no es sorprendente que la cola apunte siempre en sentido opuesto al Sol y que anteceda al cometa cuando este se aleja del astro. El viento solar es más veloz que los cometas, los adelanta y empuja el polvo cometario por delante de estos.

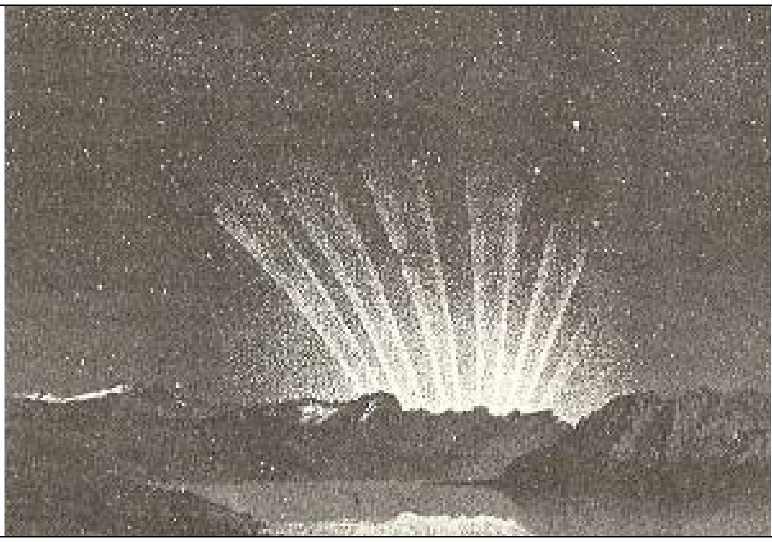


El astrónomo suizo Cheseaux es el autor de este diagrama de las diversas colas del Gran Cometa de 1744. En el mes de marzo, la cabeza cometaria estaba muy por debajo del horizonte de los observadores europeos.

¿Qué le ocurre a toda la materia que hay en la cola? ¿Se limita a desaparecer?

Como se sabe, en sentido estricto nada desaparece jamás. Los vapores de la cola se esparcen por el espacio en forma de átomos o moléculas. Se les puede apreciar según modalidades muy sutiles, pero no nos afectan para nada. Sin

embargo, ¿qué hay de los pequeños fragmentos rocosos que integran la coma junto con los vapores? ¿Qué les ocurre?



Las seis colas del cometa Cheseaux tal como las observó y plasmó un dibujante en una noche de marzo de 1744.

Se esparcen por detrás y por delante del cometa, tanto más cuanto más se evapora el cometa en sus sucesivas aproximaciones al Sol.

Cuando el cometa se descompone del todo, como le pasó al Biela, los pequeños fragmentos rocosos acaban diseminándose a lo largo de toda la órbita. Ello se debe al efecto del viento solar y a la atracción de los planetas junto a los que los fragmentos pasan. Sin embargo, en las proximidades del lugar donde tendría que estar el cometa se concentran cantidades de fragmentos particularmente grandes.

Hay testimonios palpables de tales fragmentos rocosos.

Quien se ponga a observar el cielo en una no che oscura y sin luna es probable que vea de tarde en tarde finas rayas de luz que duran un segundo aproximadamente. Lo primero que piensan los niños y los adultos ignorantes es que una estrella ha resbalado de su trono y se ha caído; de hecho, a estas rayitas de luz se les llama «estrellas fugaces» .

No puede tratarse de estrellas, sin embargo, puesto que, sin que importe la cantidad que haya, ninguna se ha perdido jamás del mapa celeste.

Aristóteles suponía que tenía que tratarse sencillamente de un fenómeno atmosférico, fogonazos que ocurrían en las capas altas de la atmósfera, y con el tiempo resultó que tenía razón. A estas estrellas fugaces se les llamó por lo tanto «meteoros», que en griego quiere decir más o menos «en lo alto».

Conocemos testimonios ocasionales de épocas pasadas a propósito de rocas o fragmentos de hierro que caían del cielo. Mientras la ciencia moderna iba evolucionando, a partir de 1600, los científicos se mostraban cada vez más escépticos acerca de tales historias. Parecían increíbles.

El primer científico que se tomó en serio estas anécdotas sobre objetos que caían del cielo fue el naturalista suizo, Johann Jakob Scheuchzer (1672-1733), que en 1697 sugirió que las misteriosas piedras podían tener alguna relación con los meteoros.

Nadie hizo caso de la sugerencia, las anécdotas de piedras celestes siguieron proliferando y un siglo más tarde el físico alemán Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) se puso a estudiar el asunto. Recogió piedras de las que se decía había caído de lo alto y las analizó. En 1794 publicó un libro en que decía que en el espacio había pequeños fragmentos de materia que, de tarde en tarde, chocaban con la Tierra. Cuando estos fragmentos entraban en la atmósfera, la resistencia del aire los calentaba hasta que se ponían al rojo blanco y comenzaban a vaporizarse. La raya producida por la materia al rojo blanco era el meteoro. La parte no vaporizada

que llegaba al suelo era los objetos que al parecer caían del cielo.

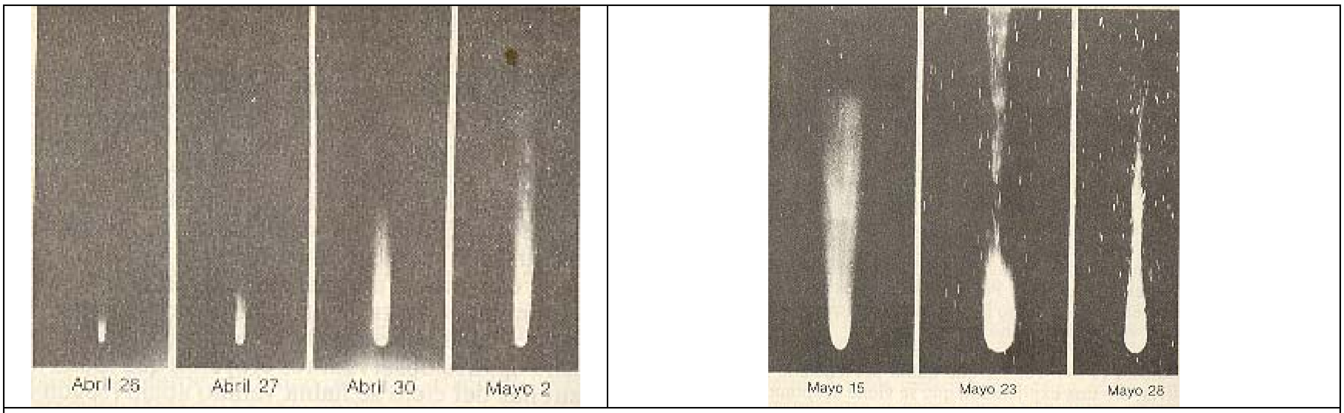
La explicación de Chladni era tan lógica que los científicos empezaron a dudar. En 1803 el físico francés Jean-Baptiste Biot (1774-1862) investigó una supuesta lluvia de miles de fragmentos en la Francia septentrional. El cuidadoso informe que elaboró dio carpetazo al asunto. Del cielo caían en efecto fragmentos de roca y de hierro. A estos meteoros que caían se les llamó «meteoritos» o «aerolitos» (esta última palabra quiere decir «piedra aérea»).

En realidad, no todos los meteoros originan meteoritos o aerolitos. (Un meteoro, propiamente hablando, es cualquier fenómeno atmosférico, como la lluvia, el arco iris, etc., de donde la palabra «meteorología».) Por ejemplo, en noviembre de 1833 hubo lo que suele llamarse «lluvia de estrellas». Los asombrados observadores de Nueva Inglaterra contemplaban el cielo nocturno convertido en una pantalla en que se movían infinitas rayas de luz gruesas como copos de nieve. Había literalmente cientos de miles de rayas. Algunos observadores creyeron que todas las estrellas del cielo se había venido abajo (según la profecía del Apocalipsis bíblico) y que había llegado el fin del mundo. Sin embargo, el día siguiente amaneció como de costumbre y por la noche el cielo estaba tan lleno de estrellas como siempre.

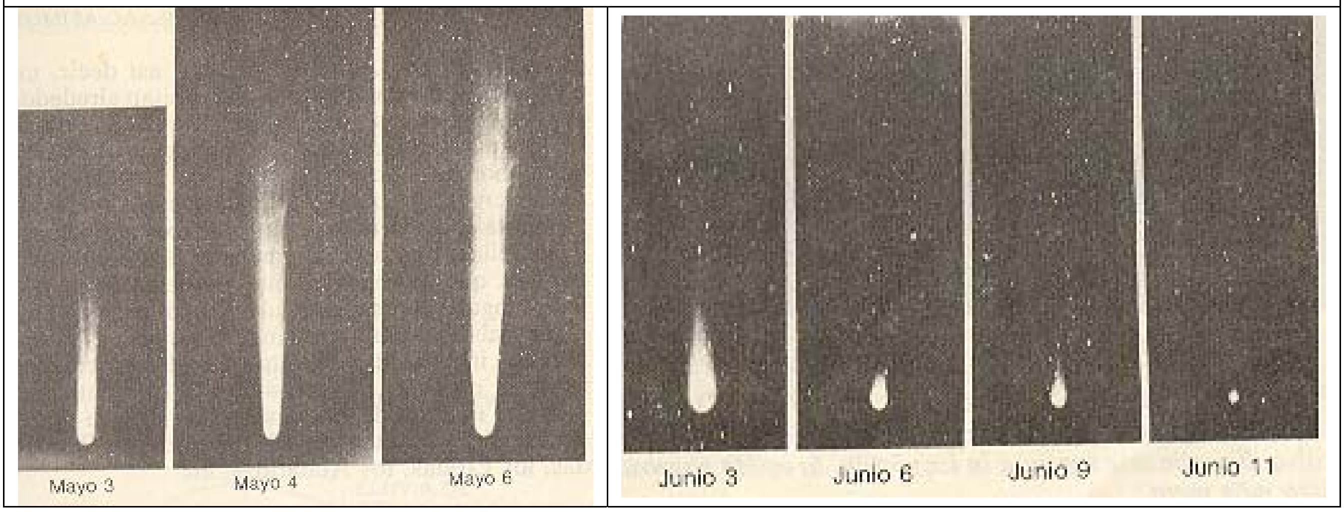
Casi todos estos meteoros consisten en rayas de luz originadas por pequeños fragmentos sólidos, no mayores que un grano de arena. Se vaporizan mientras aún están en el aire, a mucha altura, y por tanto ni siquiera tocan el suelo porque ya se han desintegrado. En la mañana que siguió a la gran lluvia de estrellas de 1833 no se encontró en ninguna parte ningún aerolito.

Las rayas luminosas de aquella noche de 1833 parecían irradiar todas de un punto situado en la constelación de Leo. Por ello, a aquellos aerolitos concretos se les llamó los «Leónidas» (que quiere decir «hijos del León»).

En 1834, el sabio estadounidense Denison Olmsted (1791-1859), que había presenciado la lluvia, dio una explicación que se viene aceptando desde entonces.

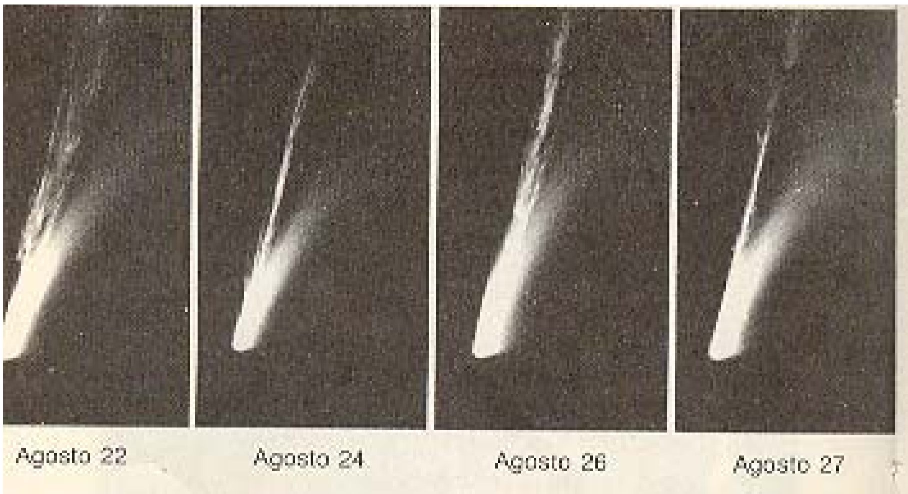


Fotografías telescópicas del crecimiento y encogimiento aparentes del cometa Halley en 1910.



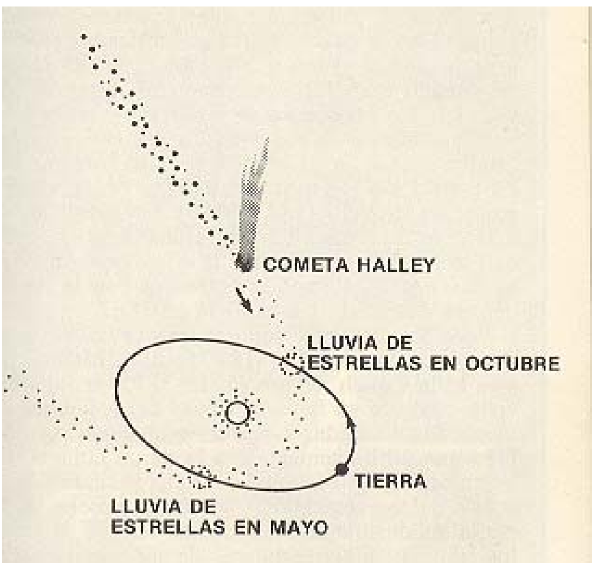
Según él, los Leónidas son, por así decir, un enjambre de granos de arena que orbitan alrededor del Sol. Todos los años la Tierra cruza el enjambre y aparecen aerolitos en cantidades mayores de lo normal. En el caso de los Leónidas, la Tierra cruza una zona particularmente densa del enjambre

cada 33 años, y hay entonces una «lluvia de estrellas» (es decir, de meteoritos o aerolitos); aunque, que se sepa, ni antes ni después ha habido ninguna tan espectacular como la de 1833.



Fotografías telescópicas del cometa Mrkos (1957) en que se pueden apreciar sus dos colas: a la derecha, la cola de polvo, ligeramente curva; a la izquierda, la estela gaseosa, algo más recta.

Ha habido otras, ciertamente, cuyas rayas luminosas irradiaban de puntos situados en constelaciones distintas. A todas se las ha bautizado según el nombre de la constelación de que parecían venir, y así tenemos los meteoritos Perseidas, los Líridas, los Acuáridas, etc.



Las lluvias de estrellas se dan todos los años en el mismo momento, cuando la Tierra se cruza con los residuos que viajan a remolque de un cometa por la órbita de este. En el di-bujo vemos las lluvias de estrellas resultantes de la circunvalación del cometa Halley alrededor del Sol: la lluvia de meteoritos Acuáridas, en octubre; la de Oriónidas, en mayo.

En 1861 el astrónomo estadounidense Daniel Kirkwood (1814-1895), pensando quizá en el cometa Biela, cuya fragmentación se había visto con claridad hacía poco, sugirió que todos los enjambres de partículas que atravesaba la Tierra de vez en cuando eran restos de cometas muertos que seguían moviéndose en su órbita de antaño.

El siguiente paso era determinar cuáles eran las órbitas reales de aquellos enjambres de meteoritos. En 1866 el astrónomo italiano Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910) demostró que el enjambre de meteoritos Perseidas tenía en realidad una órbita semejante a la de un cometa. Más aún, era una órbita que coincidía con la de un cometa detectado y estudiado en 1862.

Poco después, el astrónomo francés Urbain Jean Joseph Leverrier (1811-1877) y el astrónomo inglés John Couch Adams (1819-1892) indagaron, cada cual por su lado, la órbita del enjambre de meteoritos Leónidas y descubrieron que tenía también una órbita semejante a la de un cometa. El enjambre de meteoritos Acuáridas se mueve en la órbita del cometa Halley y es una prueba de la paulatina desintegración del más célebre de todos los cometas, a consecuencia de sus vueltas sucesivas alrededor del Sol.

Al principio se planteó la cuestión de si los cometas se fragmentaban en enjambres de meteoritos o si eran estos los que daban lugar a la formación de aquellos; en otras palabras, qué había sido antes. Schiaparelli creía que primero habían existido los enjambres de meteoritos.

El problema lo resolvió un astrónomo austríaco, Edmund Weiss (1837-1917). Demostró que el enjambre Andromeida sigue la órbita del cometa Biela, que se había fragmentado en el decenio 1860-1870. El 27 de noviembre de 1872, cuan-

do el cometa Biela tenía que haber reaparecido, de seguir existiendo, se vio en su lugar una lluvia de meteoritos Andromeidas más densa que de costumbre. Estaba claro que aquellos meteoritos eran los escombros resultantes de la desintegración del cometa y Weiss les dio el nuevo nombre de «Biélidas».



En 1833, una lluvia de estrellas -que aquí vemos sobre las cataratas del Niágara- iluminó la noche de la franja septentrional de los Estados Unidos. Los meteoritos caían del cielo a un ritmo de 70 por segundo; es decir: ¡250.000 por hora!

Como es lógico, cada vez que la Tierra atraviesa un enjambre de meteoritos se lleva consigo millones de partículas del enjambre. Si un cometa sigue existiendo, las partículas perdidas pueden reponerse en virtud de ulteriores desintegraciones cometarias. Si por el contrario el cometa se ha reducido a un núcleo rocoso o se ha desintegrado por completo, las partículas arrebatadas por la Tierra y otros cuerpos mayores del sistema solar no pueden remplazarse y el enjambre va menguando poco a poco. Con el paso de los años,

va menguando poco a poco. Con el paso de los años, por ejemplo, los meteoritos Biélidas han ido disminuyendo en cantidad, hasta el extremo de que hoy se diría que están a punto de desaparecer por completo.

Ya que la Tierra atraviesa de manera constante estas lluvias de meteoritos que son restos cometarios, ¿no podría chocar con la misma facilidad con un cometa, dado que las órbitas de los enjambres son tan parecidas a las de estos?

No se trata del mismo objeto. Los enjambres de meteoritos están esparcidos a lo largo y ancho de la órbita cometaria, mientras que un cometa está confinado a un punto concreto de la órbita. Tropezar con un enjambre de meteoritos es como tropezar con un campo de trigo; tropezar con un cometa sería como tropezar con un grano de una espiga determinada.

Un cometa, por supuesto, tiene una cola que abarca un enorme volumen de espacio y la Tierra puede (y lo hace de vez en cuando) atravesar la cola, pero la materia de que esta se compone está tan inconsistentemente diseminada que no tiene el menor efecto visible sobre nosotros.

Sin embargo, aunque un choque con un cometa es muy improbable, no es del todo imposible. Volveremos más adelante sobre este tema.

8. LOS COMETAS LEJANOS

¿Cuántos cometas hay? Cuando Kepler se formuló esta pregunta, hace cuatro siglos, se respondió: «Tantos como peces en el mar.»

No fue más que una conjetura a título personal. Carecía de testimonios en que basarse, ya que en su época la cantidad total de cometas registrados en la documentación que había sobrevivido a lo largo de toda la historia humana era inferior a 900.

En la actualidad, como es lógico, vemos muchos más cometas que los hombres de la época de Kepler y de tiempos anteriores, ya que disponemos del telescopio, y ello hasta el punto de que cada dos o tres semanas por término medio descubrimos uno nuevo.

Pese a todo, los cometas que conocemos son sin duda una pequeña parte de todos los que hay. Los cometas mayores tienen una órbita que se extiende mucho, muchísimo más allá de nuestra familia planetaria, y es posible que su enclave original esté en los océanos siderales situados a tremendas distancias.

Una buena idea de hasta dónde puede ir un cometa lejano se formuló en 1973, cuando un astrónomo checo, Lubos Kohoutek, localizó uno que se acercaba, mientras estaba aún del otro lado de la órbita de Júpiter. Como se le pudo ver a mucha distancia, tenía que tratarse de un cometa grande y por tanto de otro más que venía de las lejanas profundidades del espacio. Se le observó mientras giraba alrededor del Sol y luego mientras se alejaba cada vez más hacia el infinito.

Se determinó con gran cuidado un segmento tan amplio de su trayectoria que se pudo calcular toda la órbita con lo

que pareció una precisión razonable. Resultó que dicha órbita era la mayor de cuantas se habían calculado respecto de cualquier cuerpo del sistema solar.

En su perihelio, el cometa Kohoutek, como se le llamó, está a una distancia de 37 millones de km del Sol. Una distancia inferior a la mitad de la aproximación máxima del cometa Halley e inferior incluso a la máxima aproximación del planeta Mercurio o el cometa Encke. Sin embargo, el cometa Kohoutek no es un «rasante al Sol».

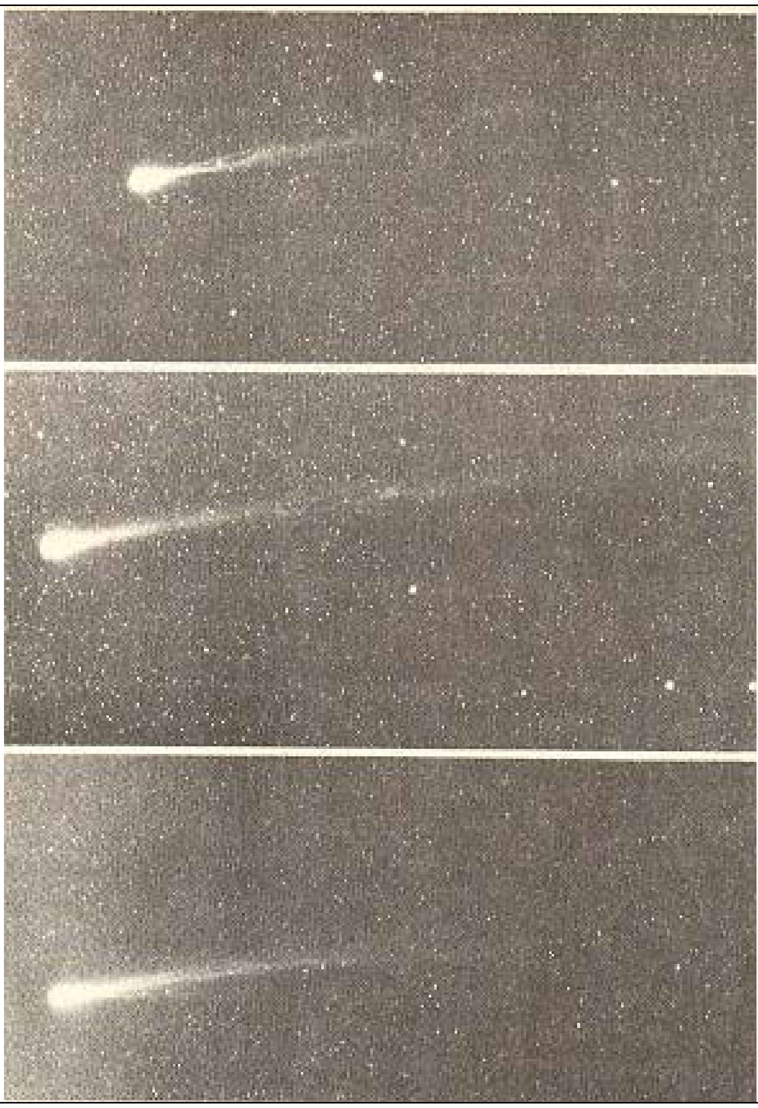
En el otro extremo de su órbita, cuando está en su afelio (es decir, a la distancia máxima del Sol), el cometa Kohoutek se encuentra a una distancia de 538.050 millones de km de éste. 102 veces más lejos del Sol de lo que se distancia el cometa Halley. Recorrer una sola vez toda esta órbita tremenda le cuesta al cometa de marras unos doscientos mil años.

Además, el afelio del Kohoutek no tiene por qué ser el punto límite. Puede haber cometas a una distancia mucho mayor del Sol. La estrella más cercana a nosotros, Alfa de Centauro, está a 4,3 años-luz. Es decir, está a una distancia que; para recorrerla, la misma luz tendría que viajar durante 4,3 años, y recuérdese que la luz viaja a una velocidad de 300.000 km por segundo. Alfa de Centauro está pues a 40 billones de km de nosotros.

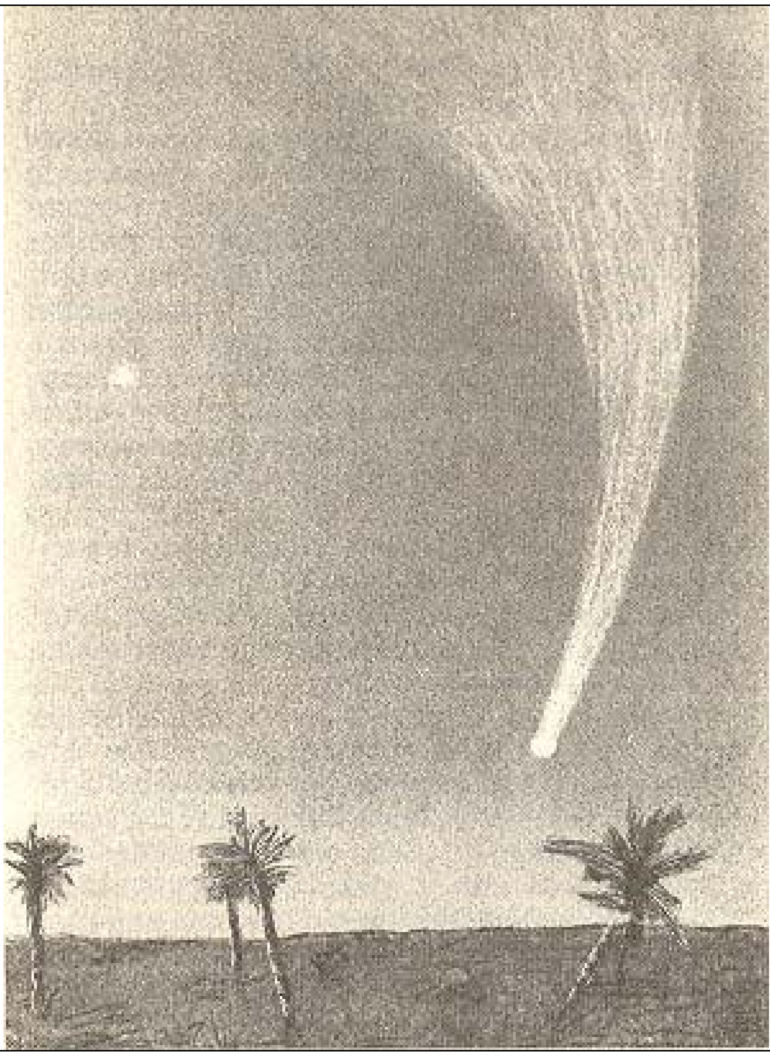
Cualquier objeto que se encontrare incluso a dos años-luz del Sol (unos 19 billones de km) quedaría atrapado por su fuerza gravitatoria. El Sol estaría más cerca de él que Alfa de Centauro en cualquier momento, y no hay ninguna otra estrella que se le acercase tanto que pudiera disputarle al Sol sus derechos gravitacionales sobre tal objeto.

Un objeto situado a dos años-luz de distancia estaría 37 veces más lejos que el cometa Kohoutek en su afelio. Otra forma de decirlo es que el Kohoutek se aleja a una distancia máxima del Sol que constituye sólo la decimoctava parte de un año-luz.

El astrónomo estonio Ernst Julius Opik (n. 1893) señaló todo esto en 1930, mientras especulaba que podía haber cometas que orbitasen alrededor del Sol a tan descomunales distancias. La idea la relanzó en 1950 el astrónomo neerlandés Jan Hendrik Oort (n. 1900).



En 1973, la observación del cometa Kohoutek que aquí vemos en unas fotografías de la Universidad de Arizona, sirvió a los astrónomos para calcular el tiempo que necesitaba este cometa para dar una revolución completa alrededor del Sol: 35.000 años



El cometa diurno de 1910 apareció el mismo año que el Halley. Aquí lo vemos, sin duda en el crepúsculo, sobre Argelia. Apareció en enero, pero fue tan brillante en las latitudes septentrionales como el cometa Halley de aquel año.

Oort señaló que podía haber muchísimos cometas que orbitasen alrededor del Sol alejados de este entre 1 y 2 años-luz. (Hay quienes estiman que puede haber incluso 100.000 millones de cometas pertenecientes a esta familia. Pero ni siquiera todos estos cometas juntos compondrían una masa total superior a la del planeta Tierra.)

Oort sospecha que, por regla general, estos cometas giran alrededor del Sol en una órbita que no es muy elíptica, de suerte que en todo momento están muy alejados de él y probablemente sean invisibles desde la Tierra. Según Oort pueden consistir en una pequeña masa de materias congeladas de entre 1,5 y 15 km de diámetro.

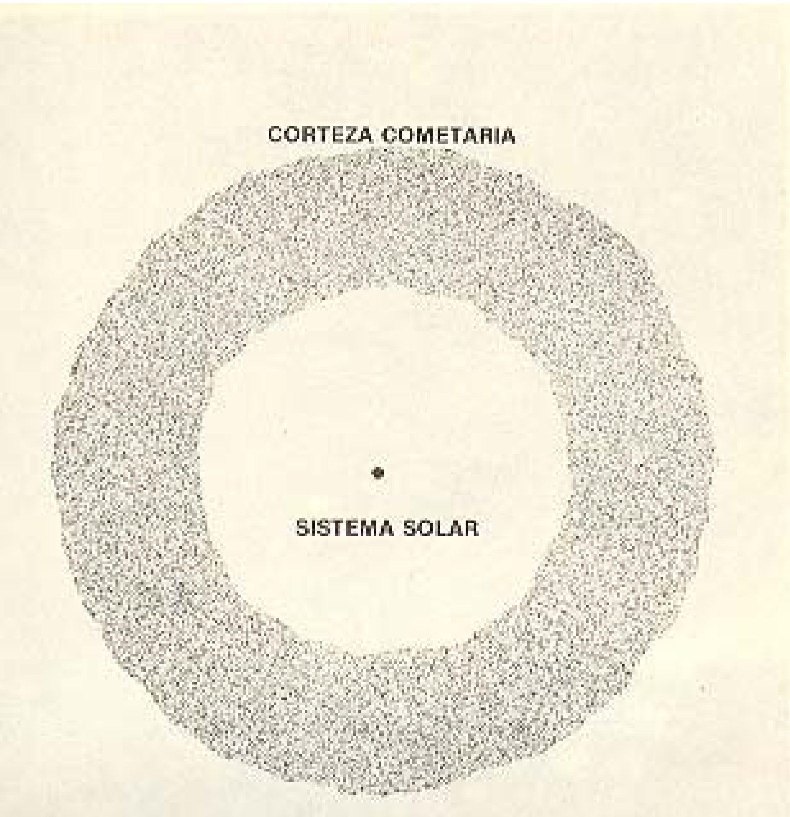
Si no fuera por las influencias exteriores, estos cometas lejanos se mantendrían impertérritos en su órbita respectiva durante muchos miles de millones de años, pero hay que contar con la fuerza de gravedad de las estrellas más próximas. No son fuerzas lo bastante poderosas como para arrebatarlos al Sol, pero sí para modificarles la órbita de manera moderada, efecto que va acumulándose y acentuándose con el paso del tiempo. Unos sufren algún empuje que hace que se muevan cada vez más rápidamente; otros sufren algún tipo de freno, de suerte que cada vez se mueven con mayor lentitud.

Los obligados a moverse más rápido se alejarán cada vez más del Sol y al final es posible que se alejen del sistema solar para siempre; los obligados a moverse más despacio se irán acercando paulatinamente al Sol. Si la deceleración es lo bastante manifiesta, pueden acercarse tanto que acaben por sufrir la influencia de los planetas mayores del sistema solar. Estos pueden originar modificaciones ulteriores que hagan que el cometa se acerque mucho al Sol durante el paso del perihelio; incluso pueden transformar su órbita en otra cuyo afelio no esté muy alejado del Sol.

Los cometas, según Oort, se encuentran repartidos en el interior de una anchísima corteza esférica cuyo centro es el Sol. Esto parece probable, puesto que los cometas nuevos, los que tienen órbita elíptica muy larga, pueden proceder de cualquier punto del espacio. Los planetas mismos dan vueltas alrededor del Sol más o menos en el mismo plano. En otras palabras: todas las órbitas planetarias cabrían en una caja de tamaño descomunal, pero con la forma de esas cajas chatas y anchas que sirven para empaquetar tartas.

Los cometas podrían muy bien salirse, sin embargo, de una caja que tuviera esta forma. Pueden viajar en ángulo recto con el plano planetario general e incluso en dirección contraria al movimiento planetario general. Vistos desde muy arriba del Polo Norte de la Tierra, todos los planetas giran alrededor del Sol en sentido contrario al de las agujas del reloj. Pese a ello, el cometa Halley se mueve en la dirección de las manecillas del reloj, al contrario que los planetas.

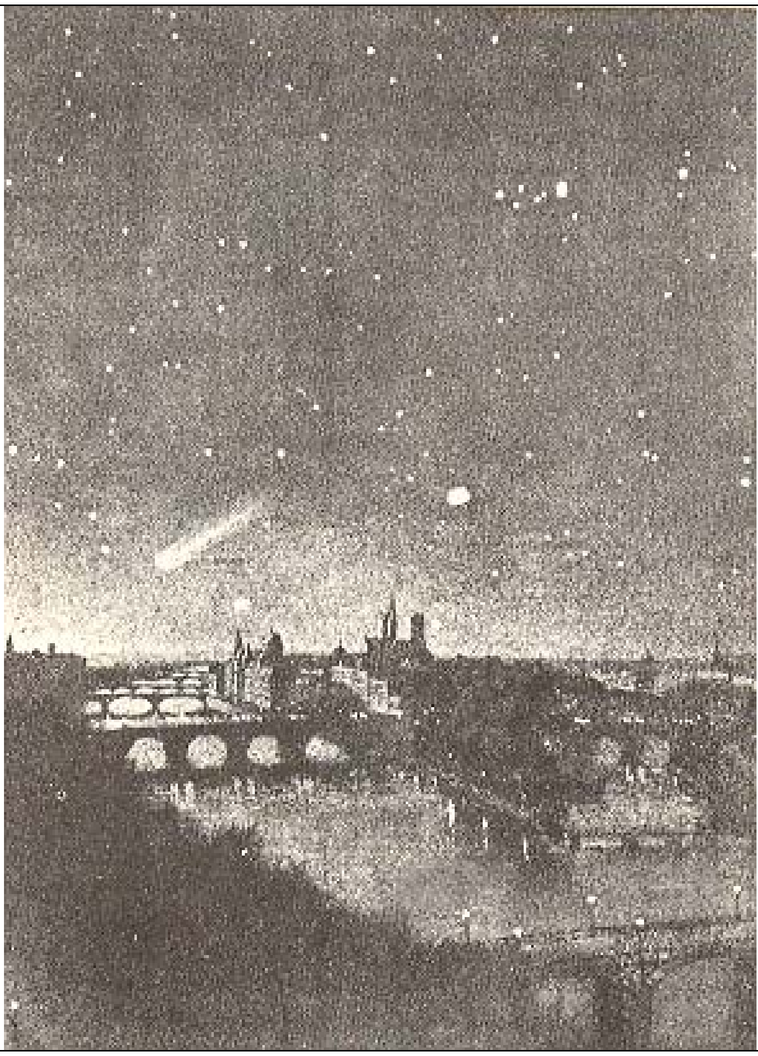
Si todos los cometas lejanos están repartidos en una zona esférica, cabe la posibilidad de que dos tropiecen. Al hacerlo, ambos movimientos pueden neutralizarse mutuamente y puede resultar de aquí que las dos órbitas se estrechen más en tomo del Sol.



La cáscara o corteza cometaría se cree que es un inmenso caparazón esférico que se extiende en los confines del sistema solar. Consiste en una tenue nube de miles de millones de cometas que siguen órbitas situadas a uno o dos años-luz del Sol y los planetas. Dada la escala del dibujo, todos ellos caben muy bien en el punto negro del centro! De vez en cuando, un cometa sale de su lejana órbita, gira alrededor del Sol y se le ve desde la Tierra.

Oort ha calculado que aproximadamente un quinto de todos los cometas ha abandonado la corteza esférica de un modo u otro desde que el sistema solar existe. Unos han sa-

lido del sistema solar y otros, merced al influjo de los planetas, se han acercado al Sol y han acabado por desintegrarse. Esto, sin embargo, arroja todavía un saldo de muchos miles de millones en la corteza esférica para engrosar el número de cometas nuevos que podrán verse desde la Tierra.



El cometa Halley sobre los techos de París, primera hora de la madrugada de un día de mayo de 1910.

9. EL ORIGEN DE LOS COMETAS Y EL SISTEMA SOLAR

Aunque nadie ha detectado en realidad la corteza cometaria que hay alrededor del Sol, hay tantas evidencias de que existe que casi todos los astrónomos parecen estar totalmente seguros de que Oort tiene razón. Pero si la tiene, ¿de dónde han salido tantos cometas?

Los astrónomos piensan hoy, de manera generalizada, que el sistema solar se originó hace unos 4.600 millones de años, a partir de una inmensa nube de polvo y gas que giraba lentamente y que poco a poco fue contrayéndose merced a su propia fuerza de gravedad.

Las zonas centrales de la nube se contrajeron girando a mayor velocidad, lo que fue haciéndolas más densas y calientes hasta que, en el centro propiamente dicho, la densidad y temperatura fueron tan altas que comenzaron a desencadenarse reacciones nucleares. Los núcleos de los átomos de hidrógeno, que constituían el 90 por ciento de todos los átomos de la nube, comenzaron a chocar entre sí desarrollando energía suficiente para fusionarse y formar átomos de helio.

Una fusión de esta especie libera una tremenda energía, y todas las fusiones juntas hicieron que el centro se pusiese a resplandecer. En otras palabras, la nube había sufrido una «ignición nuclear»y se había convertido en el Sol.

En la periferia de la nube, la materia, como es lógico, quedó en un estado mucho menos denso y más frío. Había turbulencias en esta zona exterior y se formaron remolinos de materia. Allí donde los remolinos colindaban había fricción, la materia de ambos chocaba y se acumulaba, y comenzaron a formarse cuerpos más grandes. Estos acabaron por

convertirse en los planetas, que dieron así comienzo a su existencia más o menos para la misma época que el Sol, del que en realidad nunca habían formado parte.

En los bordes limítrofes de la nube esférica original había materia que, mientras tanto, no había participado en el proceso de contracción. Estaba demasiado alejada del centro para que le afectase con eficacia la fuerza de gravedad, y propendía a permanecer donde estaba. Las turbulencias mencionadas la fundieron en corpúsculos congelados; estos son los cometas que siguen habitando en la ancha corteza alrededor del Sol que señala los límites de la nube original.

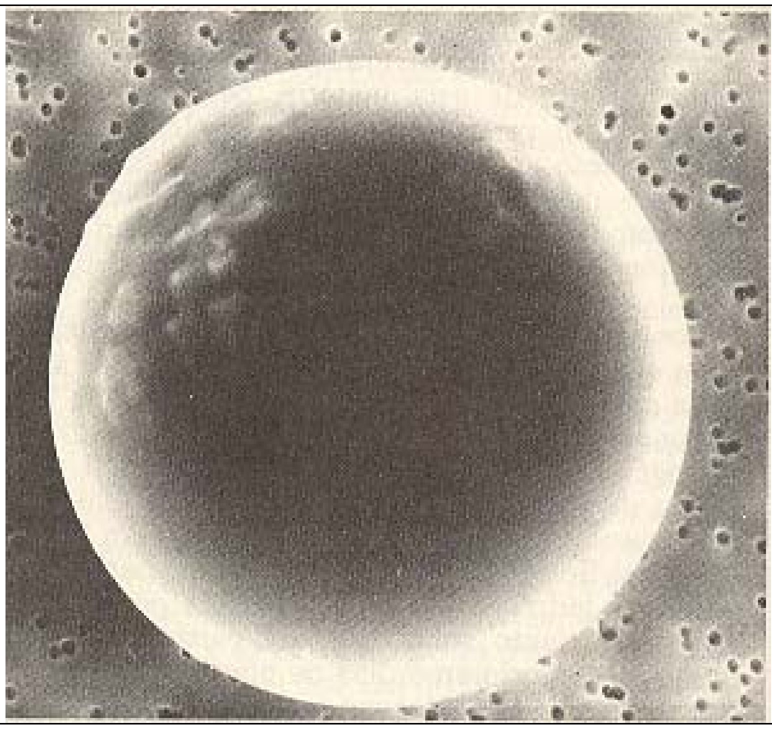
Desde este punto de vista, los cometas lejanos pueden ser de gran importancia para los astrónomos interesados en la composición original de la nube de gas y polvo que contribuyó a la formación del sistema solar.

El Sol, por supuesto, era al principio una excelente muestra de esta materia, pero ha venido sufriendo un proceso de fusión nuclear y liberando viento solar durante la friolera de 4.600 millones de años. No podemos estar seguros, por tanto, de hasta qué punto se parece su composición contemporánea a la de la nube original.

Los cuerpos del «casco urbano» del sistema solar son de composición totalmente distinta a la de la nube primitiva. Esta, piensan con razón los astrónomos, se componía de un 90 por ciento de hidrógeno, un 9 por ciento de helio y un 1 por ciento de toda la materia restante. Los cuerpos del «casco urbano», sin embargo, recibían tanto calor del Sol que solían perder los elementos ligeros, el hidrógeno y el helio. Esta pérdida la agravó el viento solar, que era particularmente fuerte en los primeros días de nuestro sistema y que se llevaba el hidrógeno y el helio a zonas que estaban más allá del

cinturón de asteroides; es decir, la región más o menos circular en que corpúsculos innumerables orbitan alrededor del Sol entre las órbitas de Marte y Júpiter.

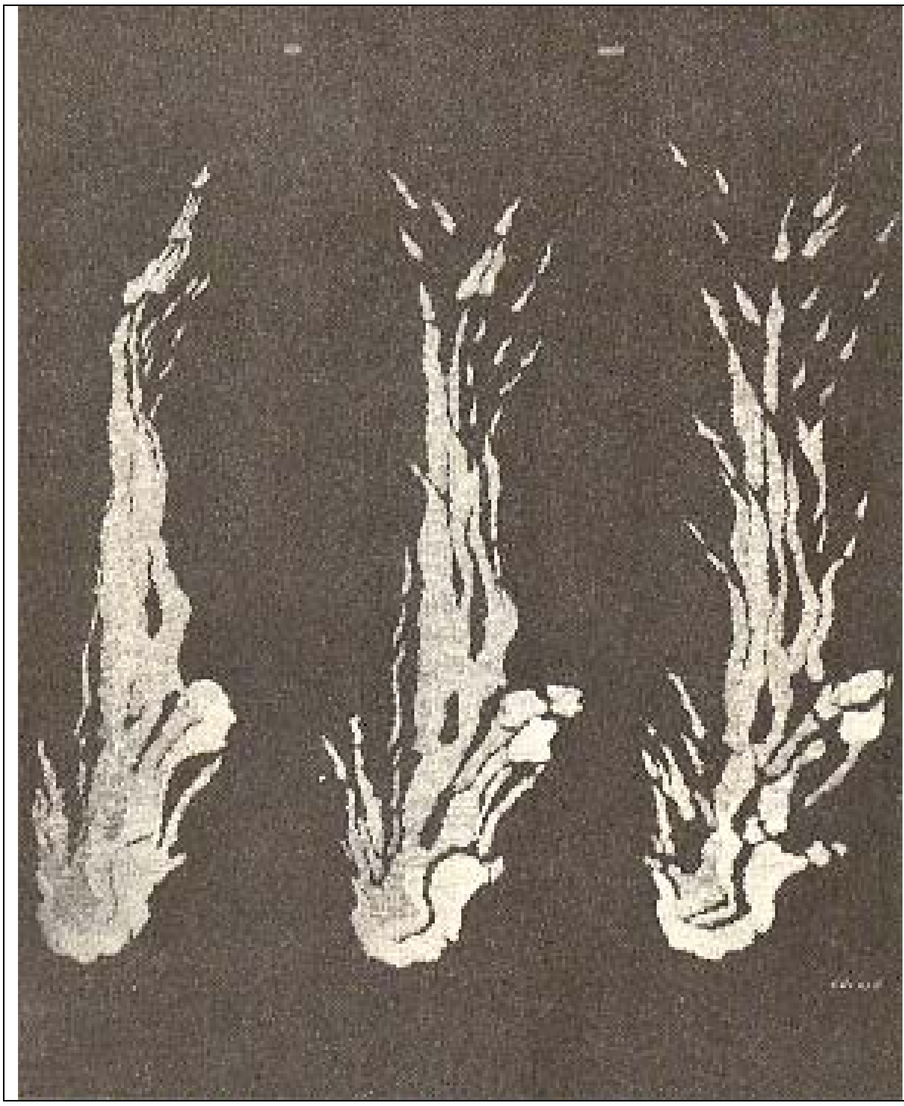
En consecuencia, los cuerpos que integran este «casco urbano», de Mercurio a los asteroides, están compuestos en su mayor parte por el 1 por ciento de sus sustancias distintas del hidrógeno y el helio. Nos proporcionan pues una pista muy confusa para conocer el estado original del sistema solar.



Esta partícula de polvo de un cometa, recogida por un vehículo espacial de la NASA y ampliada 7500 veces, tiene un diámetro aproximado de 0,00063 mm. Es posible que contenga datos químicos sobre la formación del sistema solar.

Los grandes planetas de la mitad externa del sistema solar contienen grandes cantidades de hidrógeno y helio. Júpiter, concretamente, parece estar compuesto casi en exclusiva de estas dos sustancias y ser representativo de la materia original del sistema solar. Más aún, no ha habido reacciones nucleares dentro de Júpiter para alterar las sustancias. Sin embargo, Júpiter es un cuerpo muy grande y hay motivos para creer que ha habido un reparto interno de las

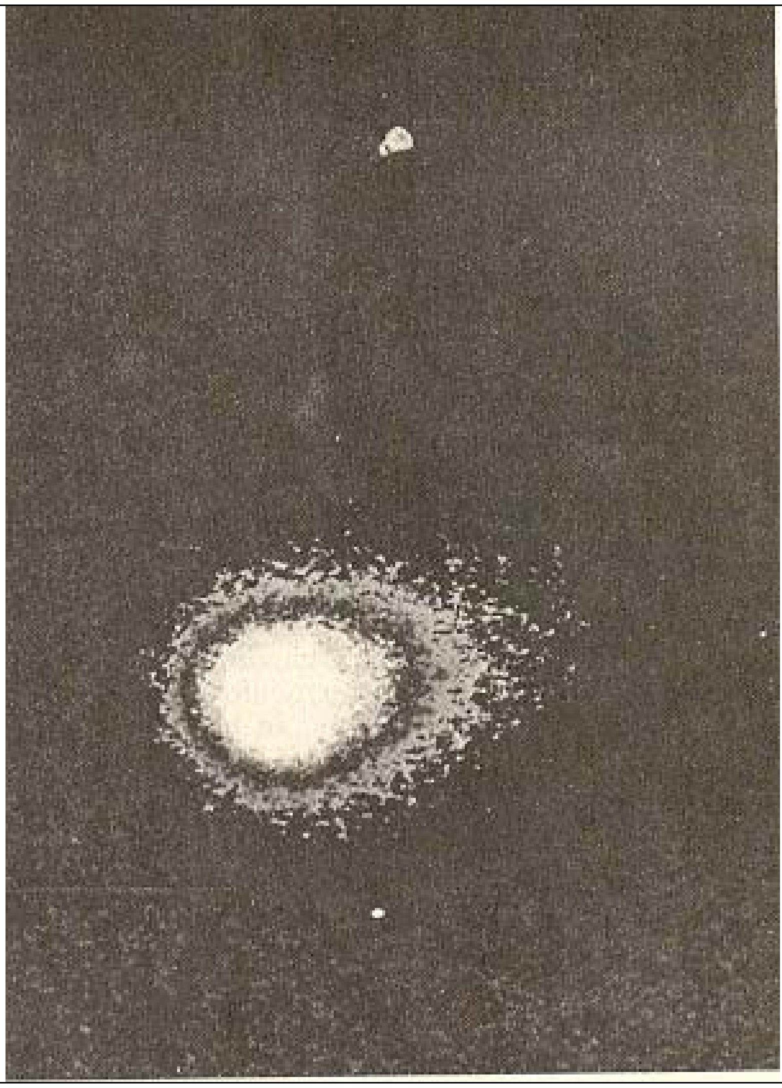
sustancias, quedando el helio más concentrado hacia el centro y el hidrógeno más hacia la superficie, además de otras sustancias distribuidas no sabemos cómo. Para hacemos una idea de la composición original del sistema solar no necesitamos conocer la composición de todas y cada una de las partes de Júpiter, cosa que sería difícil.



April D. May, un artista californiano contemporáneo, ha fabricado un tapiz de algodón, lana y muaré, con tres perspectivas de un cometa.

Los satélites de estos planetas periféricos han conservado parte de la materia ligera que había al principio en la nube y no han perdido mucha a efectos del viento solar, aunque en su infancia los planetas gigantes tuvieron que sufrir

altísimas temperaturas, cosa que debió afectar a los respectivos satélites en mayor o menor medida. Además, dichos satélites sufrieron el bombardeo de pequeños objetos en el estadio primario de su existencia, cuando se iban formando poco a poco, e ignoramos los cambios que pudieron experimentar por este motivo.



El cometa Kohoutek emite cantidades de luz variables según la zona de su estructura. Esas variaciones han sido codificadas cromáticamente e intensificadas por un ordenador electrónico, como se aprecia en esta foto de 1973 tomada desde el laboratorio espacial Skylab.

De todos los cuerpos del sistema solar, los que menos han cambiado desde el comienzo son, sin duda, los cometas lejanos. Están muy lejos de toda fuente de calor y de sufrir ningún efecto causado por el viento solar; incluso de que haya algo más que un choque muy circunstancial entre ellos.

Han estado sometidos a un frío intenso a 10 largo de 4.600 millones de años y es probable que estén exactamente igual que al principio.

El problema es que no podemos llegar hasta ellos y puede transcurrir mucho, muchísimo tiempo antes de alcanzar la situación idónea para conseguido, si es que se consigue alguna vez.

Claro que de vez en cuando son ellos los que vienen a nosotros. El cometa que se adentra en el «casco urbano» del sistema solar trae su estructura consigo, dándonos oportunidad de estudiada. Este estudio se ha hecho analizando el espectro de los cometas. Se diría que los cometas están compuestos principalmente de sustancias como agua, amoníaco y metano. Cuando el Sol las calienta se pueden detectar fragmentos moleculares de estas sustancias. Además, se han localizado rastros de ciertos metales.

El primer cometa del que se estudió la emisión de ondas de radio fue el Kohoutek. Esto permitió comprobar la presencia de ácido cianhídrico y cianuro de metilo.

Se trata sólo del principio. Un cometa puede tardar semanas en recorrer distancias que hoy salvan con facilidad los vehículos espaciales y podrá realizarse muy de cerca toda una serie de estudios. No todos los cometas, sin embargo, son igualmente aptos para este objetivo.

Los de órbita muy pequeña y que han visitado muchas veces el Sol han sufrido por lo general tales alteraciones que no nos sirven de nada. Buena parte de la materia congelada se ha vaporizado y ha desaparecido, y si algo queda es únicamente un núcleo rocoso.

Por otra parte, los cometas nuevos que vienen de la lejana corteza cometaria y que aún no han tenido ocasión de

cambiar mucho a consecuencia del calor del Sol, no nos llegan cuando nos hacen falta. No hemos tenido ninguno realmente importante desde 1882. Hasta el Kohoutek fue una desilusión. Su brillo era inferior a lo previsto basándose en el tamaño probable. Al parecer, era más rocoso y estaba menos congelado que un cometa normal, de manera que producía una coma menor y una cola más corta.

Lo que idealmente necesitamos es un cometa que no haya visitado tanto el Sol; que sea brillante y tan puntual que ha ya tiempo de sobra para hacer planes sobre él y ejecutados.

Queremos un cometa de período corto, pero no excesivamente corto.

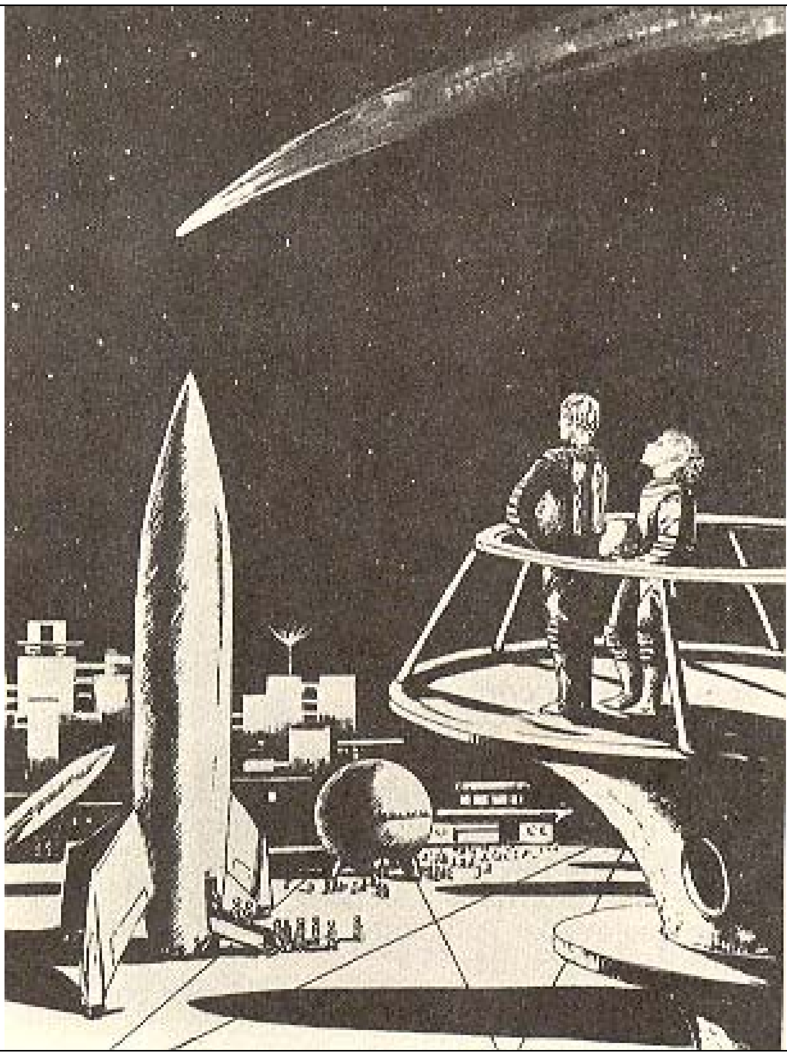
De todos los cometas de esta categoría, el Halley es el que más se aproxima a la imagen ideal. Sigue siendo brillante. Aunque buena parte de su materia congelada ha desaparecido y su estructura no puede ser idéntica a la que tuviera en los días anteriores a su paso tan cerca del Sol, tiene que quedar suficiente para proporcionarnos informaciones útiles.

Y, lo que es más importante, sabemos con precisión cuándo volverá.

A medida que escribo este libro va acercándose la hora de su regreso. Alcanzará su próximo perihelio el 9 de febrero (con un muy ligero margen de error) de 1986. Pasará a un máximo de 92 millones de km de la Tierra el 27 de noviembre de 1985, camino del perihelio, y a un máximo de 63 millones de km el 11 de abril de 1986, de vuelta del perihelio.

No hay esta vez tanta proximidad como en visitas pasadas. Además, en abril de 1986, cuando el cometa esté en su momento más brillante, desde Europa y el norte de los Estados Unidos se verá muy bajo en el cielo en las horas que pre-

ceden al amanecer. En noviembre de 1985 estará más alto, pero también más lejos. Esto quiere decir que los habitantes del hemisferio norte no van a tener esta vez un espectáculo muy vistoso y que muy pocos de los que ahora viven podrán volver a verlo cuando reaparezca en 2063.



Hace treinta años, un dibujante estadounidense imaginó que una nueva civilización terrestre, tipo Flash Gordon, contemplaría fascinada la vuelta del cometa Halley en 1986.

¿Es posible que este nos defraude a tal extremo? ¿No le habrá ocurrido ningún percance desde la última visita? Al parecer, no. Ya lo hemos divisado. Viene hacia nosotros con la mayor normalidad.

Los astrónomos lo detectaron desde Monte Palomar, el 20 de octubre de 1982, mediante una cámara electrónica

acoplada al telescopio de 5 m de este observatorio. Su magnitud era de 24,2, lo que significa que era aproximadamente quince millones de veces menos brillante que la estrella más pálida que se puede ver a simple vista. En el momento del avistamiento estaba a 1.600 millones de kilómetros del Sol, algo más lejos que el planeta Saturno.

¿Estamos seguros de que lo que hemos visto es el cometa Halley?

Pues claro que sí. Se localizó casi en el punto exacto que se había previsto y, sin abandonar su órbita de siempre, ha ido aumentando en brillo desde entonces. Es el Halley, sin lugar a dudas.

El Departamento Espacial Europeo tiene previsto enviar una nave espacial ligera, o «sonda», llamada *Giotto*, para estudiar el cometa Halley; la Unión Soviética y Japón hacen planes asimismo para enviar sondas. Los Estados Unidos, por el contrario, han abandonado cualquier plan en este sentido, por lo menos en lo tocante a una sonda directa. Cabe sin embargo la posibilidad de que se desvíe una sonda proyectada para orbitar alrededor de Venus de suerte que se la haga pasar junto al cometa Halley camino de su objetivo. Además, una nave exploradora que le precederá llevará a cabo algunas observaciones en un cometa oscuro que girará alrededor del Sol meses antes que el Halley.

Por pobre que sea el espectáculo que esta vez haya de representar el Halley para los que lo contemplen desde la superficie de la Tierra (sobre todo en el hemisferio norte), la nave espacial obtendrá fotos que revelarán a un cometa rodeado de un esplendor superior a todas las observaciones hechas hasta el presente momento de la historia. Los espectros se tomarán con mayor precisión, de modo que no sólo

aprenderemos mucho más a cerca de la composición de las materias congeladas, sino también algo sobre la materia rocosa incrustada en el hielo y que flota en la coma.

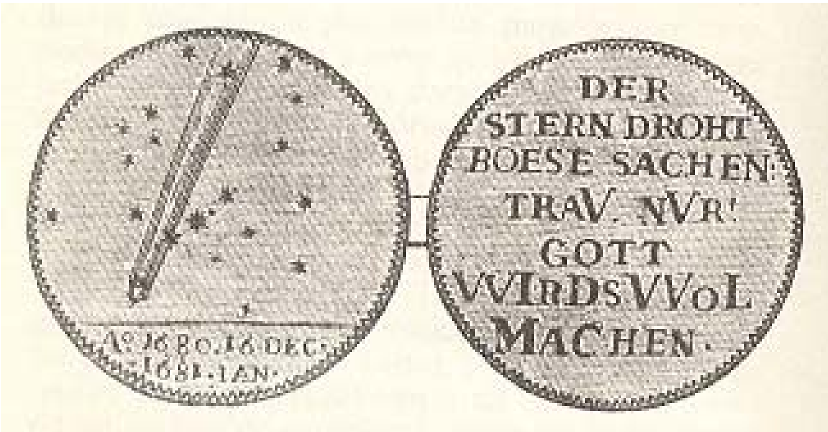
Por si esto fuera poco, se estudiará el núcleo así como la naturaleza de la cola, de suerte que se podrán analizar las transformaciones de la estructura cometaria cuando se aproxima al Sol. Se estudiará asimismo su rotación junto con toda una serie de cosas que pueden resultar sorprendentes y que son imposibles de predecir (como ocurrió, por ejemplo, con los cráteres de Marte, los volcanes de Io y la estructura de los anillos que rodean a Saturno).

10. COMETAS Y CATÁSTROFES

En la actualidad estamos preparados para alcanzar y tocar prácticamente un cometa; en un viaje espacial podemos saber más sobre los cometas que cuanto hemos aprendido en todos los siglos de civilización que nos han precedido. Y sin embargo, ahora que todo esto está al alcance de la mano, hete aquí que vuelven los viejos, los antiquísimos terrores cometarios.

No son de estilo antiguo, ya que no conllevan ninguna supersticiosa atención a las profecías. No son ni siquiera de la vieja modalidad bíblica, ya que sabemos que los cometas son objetos pequeños. Es imposible que los hipotéticos efectos meteorológicos de un cometa originen inundaciones o que el cruce de la cola con nuestra atmósfera provoque lluvias, como sugirió William Whiston hace casi tres siglos. La idea de un cometa lanzado en picado contra el Sol, tal y como predijo que alguno haría, es aún más ridícula si cabe.

No, lo que ahora preocupa es la posibilidad de un choque. Las probabilidades de chocar con un cometa cualquiera son prácticamente nulas, pero si es verdad que hay tantos y tantos cometas éstas aumentan en gran manera. Si es verdad que hay cien mil millones y que varios miles de millones han penetrado ya en nuestro sistema planetario a lo largo de toda la historia del sistema solar, es seguro que ha habido algún que otro choque en el pasado.

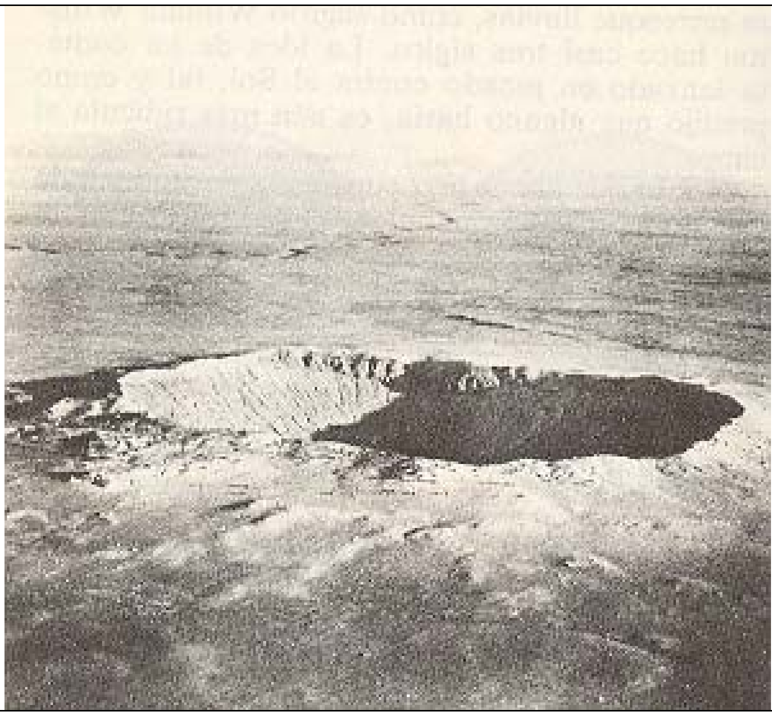


Medallones repartidos por monjes en 1680. La inscripción dice: «La estrella amenaza quebrantos. Confía, que Dios los convertirá en beneficios» Las mayúsculas del texto alemán, tomadas como números romanos, suman 1681, año en que apareció el cometa. Los medallones tenían por objeto alejar los malos influjos a que daban pábulo las creencias supersticiosas del siglo XVII

A decir verdad, en la superficie de la Tierra hay rastros de cráteres, en su mayoría tan ocultos por los efectos del viento, el agua y la vida que casi son imperceptibles, salvo desde el aire, y aún así sólo por la presencia de lagos circulares y otros indicios. Un ejemplo muy claro es el Cráter del Meteorito, en Arizona, que ha sobrevivido a la erosión porque se formó hace sólo unos miles de años y en una zona en que hay poca agua y poca vida.

Estos cráteres los han formado meteoritos grandes o, si se quiere, asteroides pequeños.

Los cometas, por supuesto, están hechos de materia helada que no es ni tan densa ni tan resistente como las rocas y metales que componen los meteoritos, de modo que el choque con un cometa puede que no sea tan temible como el choque con un meteorito. Esto, sin embargo, no ha de ser así por fuerza.



Cráter del Meteorito (o Barringer), Arizona, según una foto tomada a unos 700 metros de distancia. Lo formó hace unos cuantos miles de años un pequeño asteroide, no un cometa, al chocar contra la superficie terrestre.

Piénsese, por ejemplo, en lo que ocurrió el 30 de junio de 1908. A plena luz del día se vio brillar en el cielo una bola de fuego sobre una desierta zona forestal de la Siberia oriental, próxima a un lugar llamado Tunguska. Hubo una tremenda explosión y todos los árboles fueron destruidos y abatidos en un radio de 35 km. Una manada de 1.500 renos fue aniquilada. Un hombre que estaba a 75 km fue derribado. Por suerte, era el ser humano más próximo al lugar y no hubo que lamentar pérdidas humanas. Pero si una explosión de este calibre se hubiera producido en una gran ciudad habrían muerto en el acto millones de personas.

El lugar del suceso era tan inaccesible que no pudo ir ningún investigador, también entre otras cosas porque la Guerra Mundial comenzó poco después y a esta siguió la Revolución de Octubre y la guerra civil. Pasaron décadas sin que nadie pusiera el pie en la zona.

Cualquiera habría supuesto que allí había caído un gran meteorito, pero no se encontró ni cráter ni meteorito alguno.

Fuera lo que fuese lo que explotase, parece que tuvo lugar en el aire.

Pero ¿qué podría explotar en el aire sin dejar el menor rastro? Supóngase que la Tierra había chocado con un cometa pequeño. Este habría cruzado el aire a gran velocidad y se habría calentado hasta el extremo de que toda su sustancia helada se habría vaporizado en seguida con una tremenda explosión. No habría dejado más rastro de sí que el vapor, que se habría mezclado con la atmósfera.



Se cree que la destrucción de este bosque de Tunguska, Siberia oriental, en 1908, fue causada por la tremenda explosión de un fragmento cometario que se vaporizó segundos antes de alcanzar la superficie terrestre.

Tuvo que ser un cometa pequeño. Los astrónomos han calculado que para causar los daños que ocasionó tenía que tener unos 70 metros de diámetro. Parece que casi todos los cometas son mucho mayores, de modo que la explosión del Tunguska puede que la originara un simple fragmento desga-

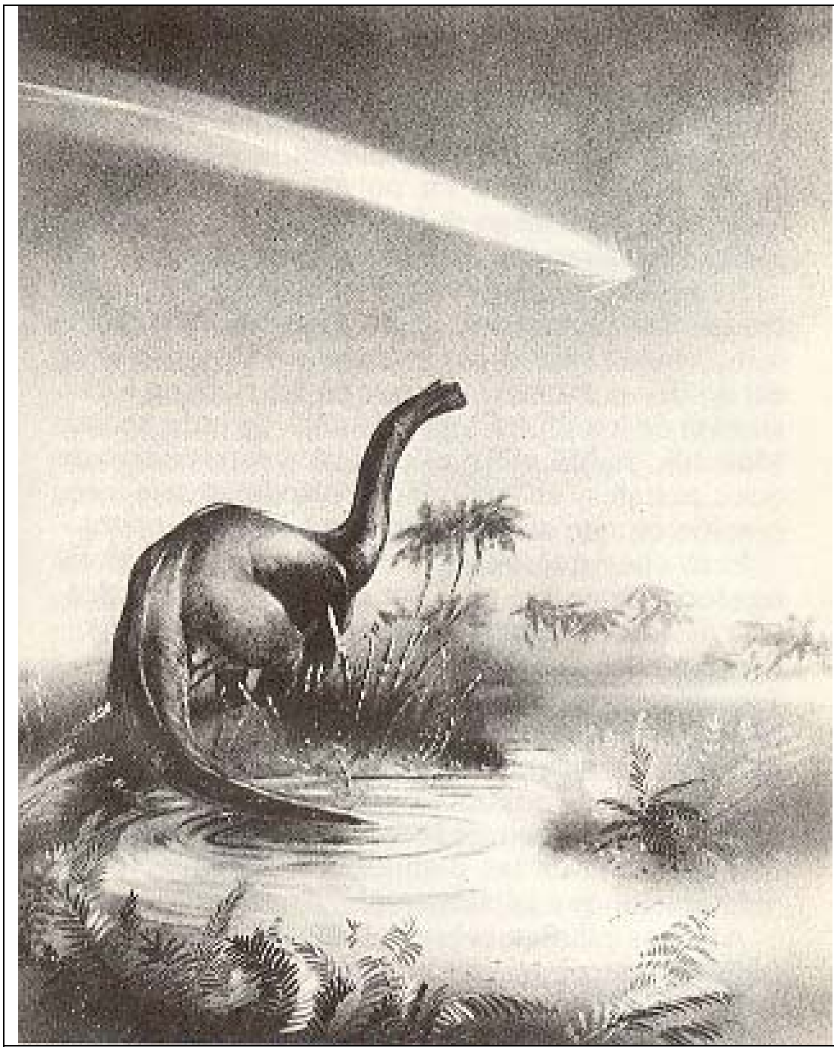
jado de un cometa de mucho mayor volumen a consecuencia del calor solar en el perihelio. El fragmento desgajado se movería con el resto del cometa, pero en virtud sin duda del efecto de cohete, se iría apartando de él hasta tomar la ruta que desembocó en el desdichado choque con la Tierra. Es posible en principio que, a juzgar por la reconstrucción de su órbita, el fragmento hubiese pertenecido al cometa Encke.

Si un fragmento puede ocasionar tales daños, ¿qué ocurriría si chocáramos con un cometa entero?

En este sentido hay que recordar algo que ocurrió hace unos 65 millones de años. En aquella época los animales más vistosos de la Tierra eran los dinosaurios. Eran reptiles y comprendían algunos de los mayores y más extraordinarios animales que hayan vivido en tierra seca.

Había muchas clases de dinosaurios. Unas especies se extinguieron y aparecieron otras; pero durante 100 millones de años hubo muchas especies que dominaron la Tierra. Había también grandes reptiles en el mar y otros incluso volaban por el aire.

Sin embargo, ocurrió algo hace 65 millones de años. Todos los dinosaurios murieron en un periodo muy breve. Lo mismo aconteció a los grandes reptiles del mar y del aire. Y otro tanto a muchas otras especies de animales y hasta a muchas especies de criaturas microscópicas. Fue una época de gran mortandad. Algunos biólogos estiman que el 75 por ciento de las especies vivas se extinguió y que el 25 por ciento restante se las arregló para sobrevivir a duras penas.



Hay claros indicios de que los dinosaurios -y quizá el 75 por ciento de todas las especies- fueron destruidos hace 65 millones de años. ¿Algún ejército de cometas que bombardeó el sistema planetario habrá sido la causa de esta masacre?

Los científicos no tenían la menor idea de lo que había podido causar aquella gran mortandad. Se formularon muchas hipótesis, pero ninguna fue del todo satisfactoria.

En 1979, sin, embargo, un científico estadounidense Walter Álvarez, trabajaba con rocas antiguas en Italia central cuando encontró una estrecha zona donde la presencia de ese raro metal que se llama iridio era 25 veces más intensa que en las capas inferiores y superiores de la misma formación. Se trataba de roca sedimentaria, consistente en barro que se había ido depositando lentamente hasta quedar enterrado y comprimido bajo otras capas. Pero ¿por qué un

barro tan insólitamente rico en iridio se había depositado en una capa tan fina, es decir, en tan poco tiempo?

Hay buenos medios para averiguar la edad de las diversas capas de una formación rocosa y resultó que aquella tenía 65 millones de años de antigüedad. Se había depositado allí exactamente cuando la gran mortandad que acabó con todos los dinosaurios. Estaba claro que no podía tratarse de una simple coincidencia. Tenía que haber alguna relación.

Álvarez sugirió que en aquella época pudo haber caído en la Tierra algún meteorito. Los meteoritos son más ricos en iridio que la corteza terrestre, ya que aquí se mezcló con hierro y se aposentó en el centro del planeta, que es un núcleo de hierro y níquel.

El meteorito tuvo que ser lo bastante grande para vaporizar kilómetros cúbicos de suelo allí donde cayó. El vapor explotó en la estratosfera, se enfrió y convirtió en polvo, se esparció por todo el Globo y luego se fue depositando por todas partes, arrastrando consigo su carga de iridio.

A medida que se intensificaban las investigaciones iba pareciendo más plausible esta hipótesis, ya que cuando se excavaba en otras partes del mundo solían encontrarse capas ricas en iridio al nivel de los 65 millones de años de antigüedad. Más aún, había allí mayores concentraciones de otros metales, en cantidades próximas a la proporción en que se encuentran en los meteoritos.

Pero ¿por qué acabó con los dinosaurios? El meteorito tuvo que abrir un cráter inmenso y destruir cuanto se encontrase en kilómetros a la redonda, pero ¿por qué resultó afectada toda la Tierra? Álvarez sugirió que el polvo que se esparció por la estratosfera ocultó la luz solar durante un tiempo muy prolongado en que reinó la oscuridad. Sin luz so-

lar, casi toda la vida vegetal acabó por extinguirse; luego le siguió la vida animal que vivía de las plantas, y a continuación la vida animal que se alimentaba de otros animales.

Algunas plantas sobrevivieron en forma de semillas y raíces y volvieron a crecer cuando el polvo se asentó y el sol volvió a brillar. También sobrevivieron algunos animales, sobre todo los pequeños, que se las apañaron para alimentarse con los restos de las plantas muertas o moribundas o con el cadáver de muchos animales muertos que quedaron congelados y conservados en el frío que se había desatado sobre el Globo por la desaparición de la luz solar. Cuando esta volvió, la Tierra se repobló con rapidez, aunque con especies diferentes de las anteriores. Los mamíferos y los pájaros comenzaron a dominar el mundo en lugar de los reptiles.

Una vez que los científicos pensaron en esta posibilidad se planteó el problema de que podía haber habido otro período de gran mortandad. La que había extinguido a los dinosaurios era la más impresionante y conocida, pero no la única.

Cuando se estudió atentamente el calendario de la evolución dio la impresión de que había habido una gran mortandad cada 26 millones de años aproximadamente.

¿Por qué tienen que tener ciclos regulares estas tremendas carnicerías? No tenemos noticia de ninguna otra cosa en nuestro planeta -ni en el espacio, para el caso- que acontezca cada 26 millones de años y sea mortal para la vida en la Tierra. Si la brusca desaparición de los dinosaurios la causó el choque con un objeto procedente del espacio, ¿por qué tienen que producirse tales choques cada 26 millones de años, como no sea que algo en el espacio obedezca a un período de esa duración?

En 1983 un grupo de científicos estadounidenses hizo una interesante sugerencia.

Supóngase que hay un planeta grande o una estrella muy pequeña y oscura que orbite alrededor del Sol a una distancia tan enorme que su existencia no se advertiría más que con una investigación minuciosa que aún no ha hecho nadie.

Y supóngase que esta estrella hermana esté tan lejos del Sol que tenga una órbita elíptica muy larga, parecida a la de un cometa. Cada 26 millones de años se aproximaría al Sol, lo que tendría algún efecto en el sistema solar que acaso produjera el choque de la Tierra con objetos procedentes del espacio.



Este dibujo de Daumier, el célebre caricaturista francés, data de 1858 y lleva la leyenda siguiente: «Ah, los cometas... siempre anuncian desgracias. No me extraña que la pobre se-ñora Galuchet se muriese anoche de repente.»

Supóngase, por ejemplo, que, camino de su perihelio, la estrella hermana pasa por el cinturón de asteroides. Alteraría la órbita de muchos de los cientos de miles de asteroides que hay y dispararía unos cuantos hacia el Sol. Uno de estos pudo chocar con la Tierra y originar la gran mortandad.

Sin embargo, una estrella enana que cruzase el cinturón de asteroides modificaría asimismo la órbita de los planetas, incluida la Tierra, y no hay indicio de que esto haya ocurrido nunca.

Pero supóngase que la órbita de la estrella hermana llega a una distancia de unos 2 años-luz del Sol en el afelio y a un poco menos de un año-luz en el perihelio. Un objeto que siguiese una órbita tan descomunal tardaría unos 26 millones de años en recorrerla por completo.

En el perihelio, la hermana cruzaría la zona interior de la corteza cometaria, punto en que hay mayor profusión de cometas.

Es posible que se alterase la órbita de millones de cometas, que entonces se desplazarían entre los planetas. Cometas brillantes habrían aparecido entonces en el cielo en rápida sucesión, una semana tras otra, durante miles de años, y es muy probable que unos cuantos chocaran con la Tierra, con resultados nefastos. Los choques no habrían extinguido todas las formas vivas, pero a veces habrían estado a punto de hacerlo.

Cuando los cometas se ponen a aparecer en el cielo con tanta frecuencia pueden considerarse ciertamente augurios de catástrofes.

No es extraño que el científico estadounidense Richard A. Muller sugiriese bautizar a la estrella hermana con el nombre de Némesis, diosa de la venganza entre los antiguos griegos. Hasta hoy no hay ninguna prueba incontestable de que exista, pero cabe esperar que los astrónomos la busquen en la actualidad, con todos los instrumentos nuevos que tienen a su disposición.

Aun si Némesis existiera, no hay motivo para que suscite terrores inmediatos. La última gran mortandad ocurrió hace 11 millones de años, así que Némesis tiene que estar cerca de su afelio (y tiene que ser muy difícil de localizar). La próxima gran mortandad no sobrevendrá hasta dentro de unos 15 millones de años más o menos.



Desde tiempos inmemoriales los cometas se han relacionado con los estados desapacibles del alma. En este célebre grabado de Durero, la melancolía aparece simbolizada por un cometa resplandeciente.

Para entonces, si la raza humana no se ha destruido a sí misma, mediante un guerra nuclear o lo que sea, estará lo bastante avanzada tecnológicamente para procurarse una observación espacial continua de todas las órbitas cometarias. Si llegase a detectarse un cuerpo con signos de ser perjudicial para la Tierra, sería misión de las naves espaciales

en observación destruir el cometa con una bomba nuclear, o con algún artefacto más avanzado, para convertirlo en una nube de restos rocosos que no originaría sobre la Tierra más que una vistosa lluvia de estrellas fugaces.

A decir verdad, incluso puede argumentarse que esta reciente sugerencia relativa a la causa de la gran mortandad ha contribuido ya a salvar a la humanidad. La hipótesis de un «invierno cometario» en que el polvo que entrase en la estratosfera originaría una larga y fría noche en la Tierra ha estimulado a científicos como el norteamericano Carl Sagan (n. 1935) a tomar en cuenta qué ocurriría concretamente si empezasen a caer y estallar las bombas nucleares. (Se ayudó para esto de los estudios que había hecho sobre las tormentas de polvo en Marte, que nuestras sondas espaciales habían observado escrupulosamente.)

Su conclusión fue que en una guerra nuclear las bombas de hidrógeno enviarían a la estratosfera polvo suficiente para originar un «invierno nuclear» que a su vez causaría una gran mortandad por sí solo. En una guerra nuclear todos tendrían algo que perder, tanto los que luchasen como los que se limitasen a mirar.

La posibilidad de un invierno nuclear aterra a muchos más seres humanos de los que aterra ya la posibilidad de la guerra nuclear. Si este nuevo terror radicaliza a la opinión pública y fuerza a las superpotencias a un acuerdo que imposibilite la guerra nuclear, el miedo a los cometas, que durante tanto tiempo ha fustigado a la Humanidad, a la postre nos habrá salvado a todos.